



# Look out, here comes the Cybercar?!

Eine Interviewstudie zur Interaktion und Kommunikation zwischen autonomen Fahrzeugen und nicht motorisierten Verkehrsteilnehmern und der erfolgreichen Gestaltung eines CTS

Bachelorarbeit im Studiengang Psychologie

Abteilung für Ingenieurs- und Verkehrspsychologie, Institut für Psychologie der TU Braunschweig

Annika Ilgen  
Matrikelnummer: 4180990

Braunschweig, 30.06.2014

**Gutachter:** Prof. Dr. Mark Vollrath, TU Braunschweig

Prof. Dr. Frank Eggert, TU Braunschweig

**Betreuer:** M. Sc. Marc Dziennus, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.



## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	4
Abstract .....	5
1 Einleitung .....	6
2 Theorie.....	7
2.1 Automation .....	7
2.2 Automation in der Automobilindustrie .....	8
2.3 Die höchste Form der Automation: Das autonome Fahrzeug .....	9
2.4 Cybercars: Autonome Fahrzeuge als öffentliche Verkehrsmittel.....	10
2.5 Mensch-Maschine-Interaktion = Mensch-Cybercar-Interaktion? .....	13
2.6 Vertrauen und Akzeptanz in Bezug auf neuartige Technologien .....	16
2.7 Fragestellung .....	18
2.7.1 Erwartungen an das Konzept Cybercar. ....	18
2.7.2 Erwartungen an die Interaktion. ....	18
2.7.3 Erwartungen an die Kommunikation. ....	19
3 Methode.....	19
3.1 Versuchsplan .....	20
3.2 Voruntersuchung .....	21
3.3 Stichprobe.....	21
3.4 Versuchsmaterial.....	22
3.4.1 Beschreibung der Situationen. ....	24
3.5 Durchführung .....	26
3.6 Auswertung.....	28
4 Ergebnisse .....	28
4.1 Erwartungen an das Konzept Cybercar .....	28
4.2 Erwartungen an die Interaktion und Kommunikation.....	32
4.2.1 Situation 2: Fußgänger – Unaufmerksam. ....	32
4.2.2 Situation 3: Fußgänger – Stehendes Cybercar passieren. ....	32
4.2.3 Situation 4: Radfahrer – In Cybercarspur einordnen. ....	33
4.2.4 Situation 5: Fußgänger – Straße an einer Ampel überqueren. ....	33
4.2.5 Situation 6: Fußgänger – Straße an einem Zebrastreifen überqueren. ....	34
4.2.6 Situation 7: Fußgänger – Straße ohne Überweg überqueren. ....	34

4.2.7 Situation 8: Radfahrer – Radweg kreuzt Straße.....	35
4.2.8 Situation 9: Radfahrer – Rechts vor links. ....	35
4.2.9 Interaktion und Kommunikation zusammengefasst. ....	36
5 Diskussion .....	37
5.1 Erwartungen an das Konzept Cybercar .....	37
5.1.1 Für wen sind Cybercars nützlich? .....	37
5.1.2 Welche Eigenschaften sollten Cybercars besitzen? .....	38
5.1.3 Wo und in welchen Situationen sind Cybercars nützlich? .....	40
5.2 Erwartungen an die Interaktion .....	42
5.3 Erwartungen an die Kommunikation .....	43
5.4 Konklusion und Ausblick .....	45
6 Literaturverzeichnis.....	48
7 Abbildungsverzeichnis .....	52
8 Tabellenverzeichnis.....	53
Anhang .....	54

## Zusammenfassung

Cybercars sind autonome Fahrzeuge, die als öffentliches Verkehrsmittel genutzt werden sollen. Da es sich um ein völlig neues Verkehrsmittel handelt, soll in dieser Arbeit untersucht werden, welche Erwartungen Menschen an das Konzept Cybercar sowie die Interaktion mit Cybercars und einer Informationslieferung im Rahmen der Kommunikation haben. Am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) wurde zu diesem Thema eine Interviewstudie mit 14 Personen durchgeführt. Es wurden entscheidende Faktoren für die Akzeptanz und Nutzung von Cybercars identifiziert. In der Interaktion mit Cybercars konnten keine erheblichen Veränderungen festgestellt werden. Eine zusätzliche Informationslieferung ist von 52.9% der Probanden gewünscht. Es wird diskutiert wie Cybercars gestaltet sein sollten und welche Implikationen sich für weiterführende Studien durch die Ergebnisse bezüglich der Interaktion und Kommunikation ergeben.

## Abstract

Cybercars are autonomous vehicles, which should be used as public transport. Since this is a completely new means of transport, this work should research what expectations people have towards the concept of Cybercar, the interaction with Cybercars and an information delivery in context of communication. There was an interview study conducted on this topic at the German Aerospace Center (DLR). Crucial factors for the acceptance and use of Cybercars were identified. No significant changes in interactions could be detected. Additional information delivery is required by 52.9% of the subjects. It is discussed how Cybercars should be designed and what implications reveal for further studies by the results in terms of interaction and communication.

## 1 Einleitung

Die Illustration (s. Abbildung 1) zeigt die Zukunftsvorstellung des Autos eines Künstlers in den 70er Jahren. Nach dessen Ansicht werden Autos in der Lage sein, eigenständig zu fahren, sodass der Fahrer während der Fahrt anderen Tätigkeiten nachgehen kann. Viele solcher retrofuturistischen Gedanken sind noch aus heutiger Sicht utopisch.

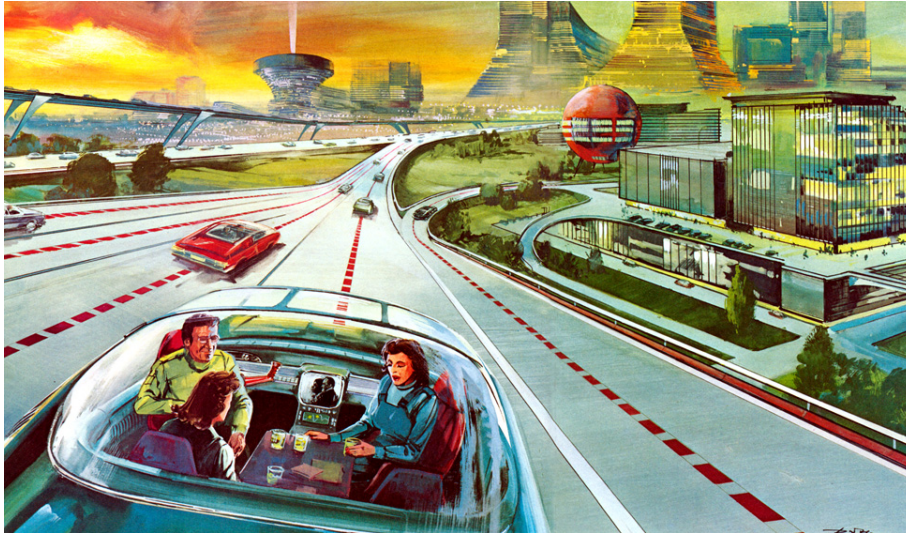


Abbildung 1 Die Vorstellung von Autos der Zukunft in den 70ern (Günter Radtke).

Diese nicht. Durch den technischen Fortschritt der letzten Jahre sind wir kurz davor diese Zukunftsvorstellungen in Form von autonomen Fahrzeugen zu realisieren. Autonome Fahrzeuge sind in der Lage ihre Umwelt wahrzunehmen, Entscheidungen zu treffen und aus diesen ihr Handeln abzuleiten (Yeomans, 2014). Cybercars gehören zu einer spezifischen Art autonomer Fahrzeuge, die als öffentliches Verkehrsmittel zum individuellen Transport von Personen und Gütern eingesetzt werden sollen (Gorris, de Kievit, Solar, Katgerman und Bekhor, 2012). Die Intention in der Einführung eines solchen Cybernetic Transport Systems (CTS) besteht darin, den Verkehr sicherer und effektiver zu gestalten (Parent & Gallais, 2002). 90% aller Verkehrsunfälle sind durch menschliches Fehlverhalten verursacht (Statistisches Bundesamt, 2013). Im Umkehrschluss würde das bedeuten, dass die Entkopplung des Fahrers in autonomen Fahrzeugen die Zahl der Unfälle senkt und die Sicherheit steigert. Neue Technologien sind allerdings auch immer mit neuen Risiken verbunden (Hellström, 2009). Neben großen Möglichkeiten liefert damit die Einführung von Cybercars auch große Herausforderungen (Yeomans, 2014). Eine dieser Herausforderungen stellt die Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern dar, insbesondere mit Fußgängern und Fahrradfahrern, die im städtischen Bereich der größten Unfallgruppe entsprechen (Statistisches Bundesamt, 2013).

Wie sicher Cybercars unter unterschiedlichen Bedingungen in der Interaktion sind, muss in Experimenten untersucht werden. Gleichmaßen wichtig ist überhaupt erst festzustellen, welche Erwartungen die Verkehrsteilnehmer an Cybercars stellen, um später überprüfen zu können, ob diese erfüllt werden bzw. wie diese umzusetzen sind. In dieser Arbeit soll untersucht werden, welche Erwartungen Menschen an die Interaktion mit einem Cybercar und die damit verbundene Kommunikation stellen. Darüber hinaus soll analysiert werden, wie ein CTS gestaltet sein muss, um eine möglichst hohe Akzeptanz und Nutzungsbereitschaft unter den Menschen zu erzielen.

## 2 Theorie

Nachfolgend wird der für Cybercars relevante theoretische Hintergrund dargelegt. Wichtige Begriffe und Theorien werden beschrieben und der aktuelle Forschungsstand erläutert. Daraus hervorgehend wird die Fragestellung für diese Arbeit definiert.

### 2.1 Automation

Es gibt Aufgaben, mit deren Ausführung der Mensch Schwierigkeiten hat. Diese Aufgaben sind entweder sehr monoton, erfordern die exakte Ausführung der immer gleichen Tätigkeit oder die Überwachung über einen langen Zeitraum (Lee, Kim und Seong, 2014; Parasurman, Sheridan und Wickens, 2000). Technische Errungenschaften erlauben es uns, solche Aufgaben an automatisierte Maschinen abzugeben. Automation verspricht eine größere Effizienz, weniger Arbeitsbelastung und weniger menschliches Versagen, zusammenfassend eine Entlastung des Menschen (Lee et al., 2014). Der Begriff der Automation ist sehr komplex und wird in verschiedenen Kontexten genutzt (Parasuraman et al., 2000). Streng genommen sind bereits einfachste Maschinen eine Form der Automation, sodass der Beginn der Automatisierung in der industriellen Revolution liegt (Balzer, 2011). Automation besteht aus einem Kontinuum. Einfache Maschinen, die manuell bedient werden müssen, stellen den niedrigsten Level dar. Die höchste Form der Automation sind Maschinen, die in der Lage sind, Entscheidungen selbstständig zu treffen und Handlungen dementsprechend autonom auszuführen und dabei in keiner Weise auf einen Menschen angewiesen sind (Parasuraman et al., 2000). Aus heutiger Sicht verstehen wir unter Automation eher die der höheren Formen, bei der die Maschine eine entscheidende Funktion besitzt, die ursprünglich dem Menschen vorbehalten war (Parasurman & Riley, 1997). Das können die Funktionen eines Piloten, eines Anästhesisten oder eines Atomkraftwerkmitarbeiters sein (Lee et al., 2014; Parasuraman & Riley, 1997). Aufgrund

der mit ihr einhergehenden Entlastung, steht die Gesellschaft Automation meist positiv gegenüber (Balzer, 2011). Es muss aber beachtet werden, dass Automation menschliche Aktivität nicht einfach ersetzt, sondern sie auch verändern kann. Inwiefern sich dieser Einfluss gestaltet, hängt von Typ und Level der Automation ab (Parasuraman et al., 2000).

Nachdem Automation höherer Form in vielen Bereichen menschlicher Tätigkeit vertreten ist, ob im Dienstleistungssektor, im Bahnverkehr oder in der Luftfahrt, hält Automation auch im Straßenverkehr Einzug.

## 2.2 Automation in der Automobilindustrie

In der Automobilindustrie spielt Automation in Form von Fahrerassistenzsystemen eine immer größere Rolle. Die Menge der erhältlichen Systeme und deren Funktionsumfang steigen kontinuierlich an (Winner, Hakuli und Wolf, 2012). Der Umfang der Fahrerassistenzfunktion wird durch den Automationsgrad klassifiziert (Stiller, 2005). Je größer der Funktionsumfang des Fahrerassistenzsystems und je geringer das durch den Fahrer zu erbringende Überwachungsausmaß, desto höher liegt der Automationsgrad des Fahrzeugs. Nach der Definition der Bundesanstalt für Straßenwesen gibt es fünf Ausprägungen (Gassner et al., 2012).

*Driver Only* ist die niedrigste Ausprägung und beinhaltet überhaupt keine Automation. Der Fahrer steuert das Fahrzeug. Beim *Assistierten Fahren* wird die Quer- oder Längsführung von der Automation übernommen. Der Fahrer muss die Automation jedoch ständig überwachen und jederzeit bereit sein, die Fahrzeugführung wieder zu übernehmen. Beim *Teilautomatisierten Fahren* übernimmt die Automation für einen gewissen Zeitraum Quer- und Längsführung des Fahrzeugs. Auch hier muss der Fahrer das System ständig überwachen und zur Übernahme der Fahrzeugführung bereit sein. Der Unterschied zum *Hochautomatisierten Fahren* besteht darin, dass der Fahrer das System hier nicht dauerhaft überwachen muss. Kann das System die Situationen nicht selbstständig bewältigen, z.B. im Falle einer Überschreitung von Systemgrenzen, wird der Fahrer aufgefordert die Fahraufgabe wieder zu übernehmen. Beim *Vollautomatisierten Fahren* übernimmt die Automation vollständig die Quer- und Längsführung in einem definierten Anwendungsfall. Der Fahrer muss das System nicht überwachen. Das System fordert den Fahrer erst vor Beendigung des Anwendungsfalls dazu auf die Steuerung zu übernehmen. Das könnte im Falle eines Autobahnpiloten vor Verlassen der Autobahn sein (Gassner et al., 2012).

Alle Automationsgrade, abgesehen von Driver Only, haben gemeinsam, dass die Assistenzsysteme in irgendeiner Form mit dem Fahrer interagieren müssen. Bei dieser

Interaktion führt der steigende Funktionsumfang der Maschinen zu mehr Verständnisproblemen. Obwohl sie Assistenzsysteme heißen, sind sie aufgrund der Tatsache, dass sie Entscheidungen treffen können, mehr als ein bloßer „Assistent“ des Menschen (Hoc, 2001). Hoc (2001) führt an, dass es durch Probleme in der Mensch-Maschine-Beziehung in der Vergangenheit schon häufiger zu Unfällen gekommen ist und daher der Erforschung der Mensch-Maschine-Interaktion im Straßenverkehr zur Vorbeugung von Missverständnissen eine hohe Bedeutung zukommt. Zu den wichtigen Zielen der Automation in Fahrzeugen zählt die Unfallprävention, diese kann jedoch nur erreicht werden, wenn durch System- und Kommunikationsschwierigkeiten keine neuen Probleme geschaffen werden.

### *2.3 Die höchste Form der Automation: Das autonome Fahrzeug*

Es ist ein Leistungsmerkmal des Menschen seine Umgebung wahrzunehmen, sein Fahrzeug zu steuern und die der Verkehrssituation entsprechenden Fahrmanöver auszuführen (Kammel, 2012). Da die Grenzen der Sensorik und damit der Automation früher erreicht sind als die des Menschen, war es bisher bei jedem dieser Automationsgrade nötig, dass ein Fahrer zur Übernahme des Fahrzeugs vorhanden ist. Um bei der Weiterentwicklung der Automation an das Leistungsniveau eines Menschen heranzukommen, muss man sich auch auf diesen als Referenz beziehen (Dickmanns, 2005).

Aus Gründen der Verkehrssicherheit, der Effizienz und des Fahrkomforts arbeiten Industrie und Forschung daran, dieses Leistungsniveau beim *Autonomen Fahren* zu realisieren (Hahn, 1996). Beim autonomen Fahren wird die Fahrzeugführung vollständig an einen Fahrroboter übergeben (Winner & Weitzel, 2012). Das Fahrzeug ist in der Lage, absolut eigenständig zu fahren. Ein Fahrer der das Fahrzeug überwacht und notfalls eingreifen kann, ist nicht mehr nötig. Eine Interaktion zwischen Fahrer und Fahrzeug in Bezug auf die Fahrzeugführung ist dann nicht mehr vorgesehen, weshalb durch Interaktion bedingte Gefahren entfallen würden.

Was vor einigen Jahren noch nach Science Fiction klang, ist in Form von Forschungsfahrzeugen oder Flughafenshuttles schon längst Realität geworden (Benenson, Petti, Fraichard und Parent, 2008; Berger & Rumpe, 2008). Die ersten Versuchsfahrten autonomer Landfahrzeuge fanden bereits Mitte der 80er Jahre statt (Dickmanns, 2005). Mittlerweile ist die Entwicklung soweit, dass Fahrzeughersteller die Serienreife autonomer Fahrzeuge für 2020 angekündigt haben (Winner & Weitzel, 2012).



## 2.4 Cybercars: Autonome Fahrzeuge als öffentliche Verkehrsmittel

Vor dem Hintergrund, dass viele europäische Städte durch die Anzahl der Privatfahrzeuge mit Problemen wie Staus, Lärm, Verschmutzung und hohem Energieverbrauch zu kämpfen haben, arbeiten mehrere Forschungseinrichtungen daran, ein öffentliches Transportsystem mit autonomen Fahrzeugen zu verwirklichen, ein sogenanntes CTS (Parent & Gallais, 2002). Dieses CTS besteht aus einer Flotte von Cybercars (s. Abbildung 2), die von Gorris et al. (2012) als „small autonomous vehicles for individual or collective transportation of people and goods, for specific areas such as city centres with little or no interaction with other (manual) vehicles“ (S. 10) definiert werden. Dabei können Cybercars via App zu dem entsprechenden Ort gerufen werden, an dem sie benötigt werden (Inria, 2009).



Abbildung 2 Cybercars des Herstellers Inria.

Momentan sind Cybercars auf kurze Distanzen im niederen Geschwindigkeitsbereich ausgelegt, langfristig sollen sie auf separaten Spuren auch mit höheren Geschwindigkeiten fahren können (Parent & de la Fortelle, 2005). Das Ziel, ein Verkehrssystem zu ermöglichen, in dem sowohl manuelle als auch autonome Fahrzeug fahren (Arnold, 2004) ist theoretisch möglich, da Cybercars in der Lage sind, mit anderen Verkehrsteilnehmern zu interagieren (Gorris et al., 2012), wird zurzeit jedoch stark durch die rechtlichen Rahmenbedingungen eingeschränkt (Gassner et al., 2012).

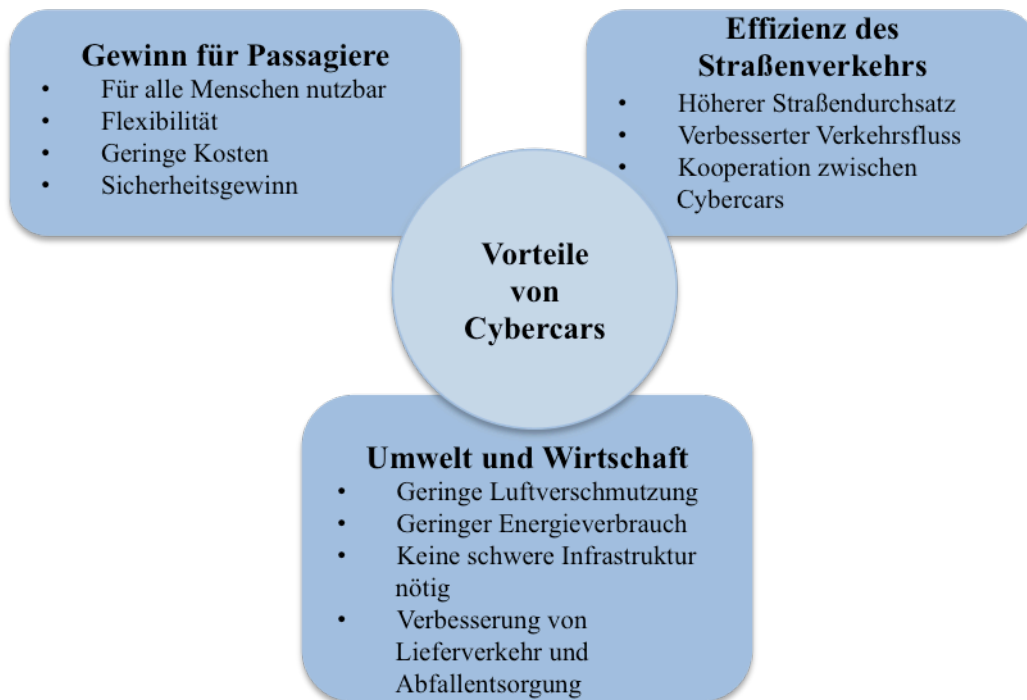


Abbildung 3 Vorteile von Cybercars.

Dabei sind die Vorteile von Cybercars (s. Abbildung 3) mannigfaltig. Durch die kürzeren Reaktionszeiten der Cybercars, ist es möglich mit kleineren Abständen zu fahren. Dadurch wird der Straßendurchsatz höher (Arnold, 2004). Durch die konstante Fahrweise kommt es zu einem besseren Verkehrsfluss, was wiederum zur Folge hat, dass Staus reduziert werden und Energie gespart wird (Arnold, 2004; Parent & Gallais, 2002). Ebenfalls zur Steigerung der Effizienz des Straßenverkehrs trägt die kooperativ-autonome Funktion bei. Cybercars können Sensordaten sowie anderweitige Informationen über eine Fahrzeugkette hinweg vermitteln. Mithilfe dieser Car2Car-Kommunikation können sie weitere Cybercars schon frühzeitig vor besonderen Verkehrssituationen warnen (Arnold, 2004). Die Entkoppelung des Fahrers von der Fahraufgabe stellt einen Sicherheitsgewinn dar, der beispielsweise Unfälle durch menschliches Versagen verhindert (Parent & Gallais, 2002; Parent & de la Fortelle, 2005). Ein umweltschutzbezogene Stärke von Cybercars ist die geringere Luftverschmutzung, sowie der ressourcenschonende Elektroantrieb (Bouraoui et al., 2011). Cybercars haben den Vorteil, dass sie kaum Nutzergruppen ausschließen. So können sowohl Personen mit Beeinträchtigung Cybercars nutzen, als auch Personen die gar keinen Führerschein besitzen (Parent & Gallais, 2002). Darüber hinaus sind Cybercars immer flexibler als bestehende öffentliche Transportmittel (Parent & de la Fortelle, 2005).

Cybercars brauchen im Gegensatz zu Zügen oder Straßenbahnen keine schwere Infrastruktur, höchstens eine Spur, ähnlich eines Fahrradweges. Dem Platzproblem in den Städten würden Cybercars entgegenwirken, indem sie zu entfernteren Parkplätzen fahren, wenn sie nicht gebraucht werden (Parent & Gallais, 2002). Wie Gorris et al. (2012) in ihrer Definition schon erwähnt haben, können Cybercars neben dem Personentransport, auch für den Gütertransport verwendet werden, wodurch der Lieferverkehr und die Abfallentsorgung effektiver gestaltet werden könnte (Parent & Gallais, 2002).

Ein wichtiger Punkt bei Cybercars, bzw. bei autonomen Fahrzeugen allgemein, ist die Wahrnehmung der Umgebung über die Sensoren. Es gibt zwei Kategorien, die Sensoren für die Navigation und die Sensoren für die Hinderniserkennung. Eine wichtige Information für die Navigation ist die Fahrzeugposition. Die Position kann per GPS und Eigenbewegungsmessung bestimmt werden. Im Gegensatz zum Menschen kann die Sensorik des Cybercars bei der Hinderniserkennung auf allen Richtungen gleichzeitig wahrnehmen. Außerdem kann sie Einschränkungen bei der Sicht, wie sie durch Regen oder Dunkelheit verursacht werden, kompensieren. Da ein Sensor durch Verschmutzung etc. falsche Daten liefern kann, ist es wichtig, dass immer mehrere Sensoren unterschiedlicher Art eingesetzt werden. Die Sensoren die hierbei zum Einsatz kommen sind Ultraschall- und Radarsensoren, Laserscanner, Kameras und Infrarot-Kameras. (Arnold, 2004).

Wie die gesamten Sensordaten eines autonomen Fahrzeuges weiterverarbeitet werden, ist in Abbildung 4 zu erkennen. Die Daten werden zunächst fusioniert und abstrahiert, sodass ein Modell der Umwelt entsteht. Eine zweidimensionale Karte der Umgebung fasst die räumlichen Informationen zusammen. Dynamische Objekte, also andere Verkehrsteilnehmer wie Autofahrer oder Fußgänger, werden gesondert betrachtet. Die Fahrstreifenmarkierungen können weitere wichtige Informationen für die Lokalisation und Navigation im Straßenverkehr geben. Mithilfe der gesamten Informationen bewertet ein Zustandsautomat die Situation und generiert daraus, abhängig von der Mission, ein Verhalten. Die annotierte Trajektorie berücksichtigt geschwindigkeitsabhängige Störungen wie den Luftwiderstand und unvorhersehbare Störungen wie Windböen, dementsprechend wird das Fahrzeug dann bei der Quer- und Längsführung geregelt (Kammel, 2012).

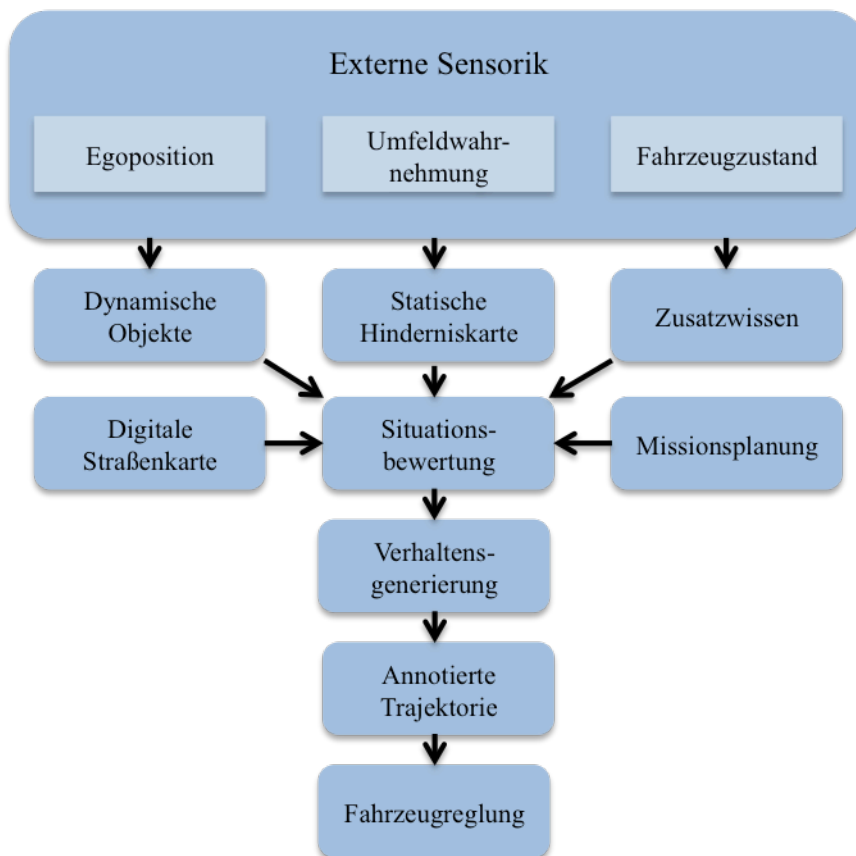


Abbildung 4 Informationsfluss eines autonomen Fahrzeugs nach Kammel (2012).

Obwohl Cybercars mit dieser Technik in der Lage sind, vollkommen selbstständig zu fahren, gibt es eine Art Back-up-Funktion für missverständliche oder sicherheitskritische Situationen. Sämtliche Fahrzeuge werden in einem Remote-Control-Center überwacht. Die Mitarbeiter dieser Zentrale beobachten den Status der Cybercars und können notfalls die Steuerung übernehmen (Parent & Gallais, 2002). Damit ist gewährleistet, dass Cybercars in Notfällen wie bei einem Softwarefehler adäquat gesteuert werden können und Passagiere und andere Verkehrsteilnehmer zu keiner Zeit gefährdet werden. Neben den technischen Neuerungen entstehen durch den Einsatz von Cybercars ganze neue Situationen im Straßenverkehr, welche die Interaktion betreffen.

### 2.5 Mensch-Maschine-Interaktion = Mensch-Cybercar-Interaktion?

Die Mensch-Maschine-Interaktion ist ein beständiger und wachsender Forschungsbereich (Echterhoff, Böhner und Siebler, 2006). Dabei geht es vor allem um die Interaktion und Kommunikation zwischen Maschinen, denen hier die Rolle eines autonomen Agenten zuteil wird, und dem ehemaligen „Maschinenführer“, dem Menschen. Je höher der Grad der Automation, desto passiver die Funktion des Menschen, der überwiegend nur noch eine Kontroll- und Überwachungsaufgabe innehalten muss (Hoc, 2000), um seine Ziele zu

erreichen. In einem Cybercar betrifft dieses Feld der Interaktion die Passagiere.

Hinzukommen diejenigen Personen, die im Straßenverkehr unterwegs sind und mit ihren individuellen Zielen auf Cybercars treffen. Diese Mensch-Maschine Interaktion ist neuartig und unterscheidet sich von der bisherigen „konventionellen“ Mensch-Maschine-Interaktion.

Wenn es in der Interaktion zu einem Fehler kommt, ist dieser meist mit hohen Kosten wie z.B. Unfällen verbunden. Verursacht werden solche Fehler im Straßenverkehr häufig durch das *human-out-of-the-loop-syndrom*. Der Maschinenführer, sei das nun ein Pilot, ein Autofahrer oder der Leiter einer großen industriellen Anlage, besitzt dann nicht mehr genügend *Situationsbewusstsein* um angemessen reagieren zu können (Hoc, 2000).

Situationsbewusstsein (SA, engl. „Situation Awareness“) wird nach Endsley (1995) folgendermaßen definiert:

SA provides “the primary basis for subsequent decision making and performance in the operation of complex, dynamic systems...” At its lowest level the operator needs to perceive relevant information (in the environment, system, self, etc.), next integrate the data in conjunction with task goals, and, at its highest level, predict future events and system states based on this understanding. (S.65)

Situationsbewusstsein ist ein wichtiges Konzept, welches berücksichtigt, dass Kognitionen des Fahrers durch zusätzliche Technik in Form von Fahrerassistenzsystemen beeinträchtigt werden kann (Tenney & Pew, 2006). So sind Fahrer von hochautomatisierten Fahrzeugen in einer kritischen Situation erst später wieder in der Lage die Kontrolle über das Fahrzeug zu übernehmen als Fahrer eines manuellen Fahrzeugs (Merat & Jamson, 2009). Die Faktoren, die SA beeinflussen können, sind vielfältig. Während der Interaktion zwischen Mensch und Maschine besteht vor allem die Gefahr für *loss of expertise*, *complacency*, *loss of adaptability* und *trust in machine* (Hoc, 2000). Wenn ein Fahrer häufig mit Automation fährt, hat er nicht oft genug die Möglichkeit seine Fähigkeiten zu nutzen und aufrechtzuerhalten und verliert dadurch an seiner „Fahrer-Expertise“ (Bainbridge, 1987). Complacency beschreibt das Phänomen, dass der Maschinenführer die Lösung der Maschine nicht in Frage stellt, obwohl er sich über die Grenzen der Maschine bewusst ist (Hoc, 2000). Zum *loss of adaptability* kommt es, wenn der Maschinenführer kein Feedback über die Ausführung der Aufgabe seitens der Maschine erhält (Hoc, 2000). Je größer die Erfahrung mit einer Automation ist, desto stärker steigt das Vertrauen in diese. Das hat zur Folge, dass der Maschinenführer ein Sicherheitsgefühl bezüglich der Automation entwickelt und deren Berechenbarkeit erwartet (Hoc, 2000).

Deswegen beschäftigt sich die Forschung viel damit, wie die Interaktion zwischen Mensch und Maschine gestaltet ist und wie man Nachteile dieser Interaktion vermeiden kann (Norman, 1984). Projekte wie beispielsweise das von der EU geförderte HAVEit beschäftigten sich gezielt mit dieser Fragestellung und entwickelten vielfältige Strategien um den Fahrer auch in höheren Automationsstufen kontinuierlich im loop zu halten (Rauch, Kaussner, Krüger, Boverie und Flemisch, 2009).

Diese gesamte Problematik entfällt bei Cybercars. Denn bei Cybercars ist, ähnlich wie bei autonomen Robotern, keine Interaktion mit einem Maschinenführer, hier den Passagieren, vorgesehen (Echterhoff et al., 2006). Allerdings können durch Cybercars Veränderungen im Straßenverkehr entstehen, die bis jetzt noch nicht abzusehen sind und sich vor allem auf die Interaktion mit den anderen Verkehrsteilnehmern beziehen. Diese Art der Mensch-Maschine-Interaktion findet nämlich aus einer völlig anderen Perspektive statt und ist zurzeit noch weitestgehend unerforscht. Erste Annahmen zu diesem Thema lassen sich aus dem Bereich der Robotik gewinnen, denn das Cybercar stellt gewissermaßen ein „Roboterauto“ dar.

Aus der Mensch-Maschine-Interaktion können einige Erkenntnisse auf die Mensch-Roboter-Interaktion übertragen werden (Kiesler & Hinds, 2004), trotzdem gibt es durch bedeutende Unterschiede zwischen Maschinen und Robotern den Anlass, die Mensch-Roboter-Interaktion separat zu untersuchen (Rogers, 2004). Roboter sind mobil und autonom, sie halten sich in menschlichen Räumen auf, sie treffen Entscheidungen sie handeln und sie können auf eine Interaktion insistieren (Kiesler & Hinds, 2004; Rogers, 2004). Diese Eigenschaften treffen auch auf Cybercars zu. Entscheidend ist dabei, dass Roboter Aufgaben in Kooperation mit dem Menschen erledigen müssen (Kosuge, 2004), im Falle der Cybercars ist diese Aufgabe die Sicherheit des Straßenverkehrs zu gewährleisten. Um sich dieser Herausforderung zu stellen, gibt es in der Mensch-Roboter-Interaktion zwei Möglichkeiten. Entweder man schult die Menschen im Umgang mit Robotern, den Cybercars, oder man gestaltet die Cybercars so, dass sie den Bedürfnissen des Menschen gerecht werden (Rogers, 2004).

In Anbetracht dessen, dass sich ein Training für alle am Straßenverkehr teilnehmenden Menschen nur schwer bewerkstelligen würde, wurde 2011 von der Europäischen Union das Projekt CityMobil initiiert, das zum Ziel hat den öffentlichen Verkehr mit CTS möglichst effektiv zu gestalten (Bouraoui et al., 2011; Toffetti et al., 2009). 2012 startete das Nachfolgeprojekt CityMobil2 (Europäische Union, 2013).

## **Ziele von CityMobil2**

- Ein CTS in fünf Standorten Europas für mindestens 6 Monate präsentieren
- Richtlinien für das Design und die Implementierung eines CTS festlegen
- Das Verständnis der Interaktion zwischen Cybercars und anderen Verkehrsteilnehmern verbessern
- Einen Rechtsrahmen für die Zertifizierung von CTS in Europa bestimmen
- Politische Empfehlungen geben und Take-up Szenarios entwerfen
- Technische Spezifikation für interfunktionsfähige CTS, eine Kommunikationsarchitektur beinhaltend, festlegen

Abbildung 5 Ziele des CityMobil2 Projekts nach EU (2013).

Wie aus Abbildung 5 zu ersehen ist, besteht eines der Hauptanliegen von CityMobil2 darin, die Interaktion zwischen Cybercars und anderen Verkehrsteilnehmern besser zu verstehen. Dafür muss in Erfahrung gebracht werden, wie die Interaktion gestaltet ist, welche Unterschiede es zu der Interaktion mit normalen Fahrzeugen gibt, welche Gemeinsamkeiten es vielleicht in der Interaktion mit Robotern gibt und welche Konsequenzen sich daraus ergeben. Sollte sich die Interaktion als schwierig oder missverständlich gestalten, gilt es diese Problematik durch eine Kommunikationsarchitektur (s. letzter Punkt) zu beheben. Da es wenig Forschung zur Interaktion mit autonomen Agenten im Straßenverkehr gibt, liegt eine Orientierung an allgemeineren Konzepten der Technik nahe. Vor diesem Hintergrund wird im folgenden Kapitel auf Vertrauen und Akzeptanz in neuartige Technologien eingegangen.

### *2.6 Vertrauen und Akzeptanz in Bezug auf neuartige Technologien*

Mobilität stellt in unserer heutigen Gesellschaft eine Art Grundbedürfnis des Menschen dar. Menschen stellen an Mobilität allerdings bestimmte Bedingungen. Diese Bedingungen sind Schnelligkeit des Transportmittels, Zuverlässigkeit, Kosten, Sicherheit und Zugangsmöglichkeiten (Gorris et al., 2012). Die Demonstrationen der Cybercars, die europaweit stattfinden werden, verfolgen noch einen weiteren Zweck. Sie sollen die Einstellung der Menschen zu Cybercars untersuchen, überprüfen ob deren Bedingungen erfüllt werden und die Akzeptanz in diese neuartige Technologie fördern.

Das Technologie-Akzeptanz-Modell (TAM, engl. technology acceptance model, ursprüngl. nach Davis, 1989) besagt, dass die Verhaltensintention Technik zu nutzen, hauptsächlich durch zwei Variablen determiniert wird (Lee, Kozar und Larsen, 2003), die

erwartete Nützlichkeit dieser Technologie und ihre erwartete Nutzerfreundlichkeit (King & He, 2006).

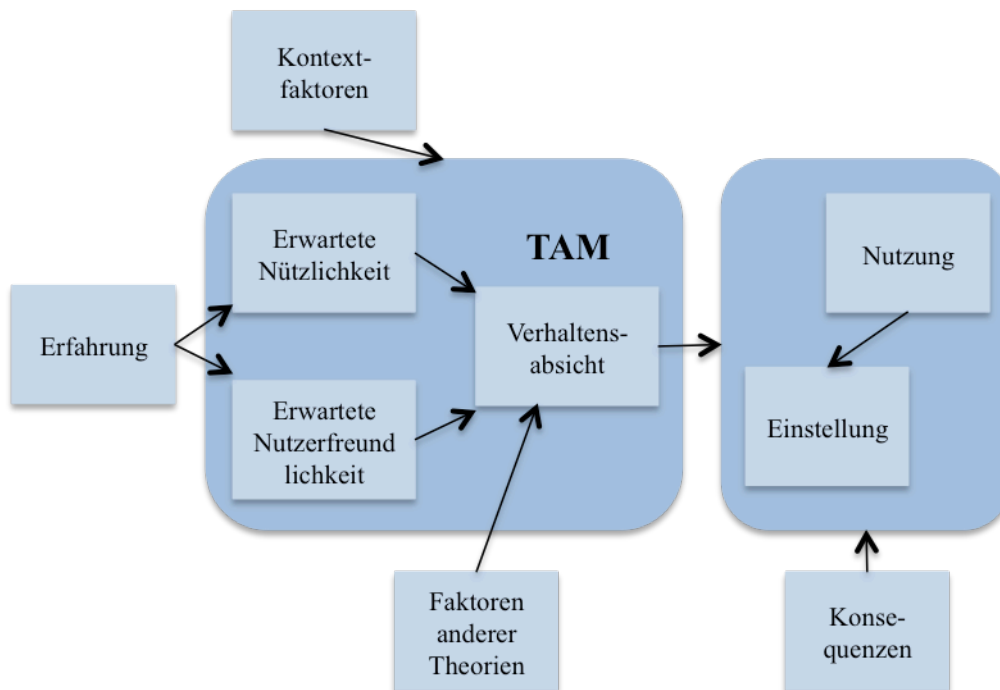


Abbildung 6 Erweitertes Technologie Akzeptanz Modell nach King & He (2006).

Im Laufe der Zeit wurde das TAM auf mehrere Technologien in unterschiedlichen Situationen und unter wechselnden Bedingungen angewendet (Lee et al., 2003). Ein erweitertes TAM ist in Abbildung 6 zu sehen. Die Erfahrung berücksichtigt, ob die Technologie erstmalig oder wiederholt genutzt wird und beeinflusst die erwartete Nützlichkeit und Nutzerfreundlichkeit. Um die Vorhersagekraft zu verbessern, beziehen andere Theorien Faktoren wie subjektive Norm, task-technology-fit oder Vertrauen ein. Kontextuale Faktoren wie Geschlecht und Kultur haben einen moderierenden Effekt. Weiterhin werden die Konsequenzen der Verhaltensabsicht auf die Nutzung und Einstellung einbezogen (King & He, 2006).

Bezüglich Kraftfahrzeugen wurde unter Berücksichtigung des TAM festgestellt, dass Informationen über die Technologie für die Erwartungsbildung der Nützlichkeit und Nutzerfreundlichkeit eine entscheidende Rolle spielen (Dudenhöffer, 2013; Merrit & Ilgen, 2008). So verbesserte sich in einer Studie das Akzeptanzverhalten gegenüber Elektroautos, indem die Erfahrung stieg. Die Probanden wurden ausführlich über Elektroautos informiert und hatten anschließend die Möglichkeit diese während einer Probefahrt zu testen (Dudenhöffer, 2013). Das TAM liefert damit gute Hinweise, welche Aspekte im Hinblick auf die Akzeptanz berücksichtigt werden sollten.



## 2.7 Fragestellung

Bislang wurde Automation im Straßenverkehr vor allem im Hinblick auf die veränderte Rolle des Fahrers und die Überwachung von Automation thematisiert. Mit der Entwicklung von Cybercars entsteht ein weiteres, neues Problemfeld, die Interaktion mit Fußgängern und Radfahrern im städtischen Bereich. Entsprechend des TAMs soll untersucht werden, welche Erwartungen Menschen an Cybercars stellen. Aufgrund des aktuell vorherrschenden Forschungsstandes ist es nur schwer möglich zu diesem Thema spezifische Hypothesen aufzustellen, weshalb die Fragestellung explorativ erforscht werden soll. In dieser Arbeit soll die Erwartungen anderer Verkehrsteilnehmer an Cybercars in drei verschiedenen Bereichen betrachtet werden.

### 2.7.1 Erwartungen an das Konzept Cybercar.

Mit dieser Fragestellung soll beantwortet werden, welche Rahmenbedingungen erfüllt sein müssen, um das Cybercars erfolgreich als Transportmittel einzuführen. Dafür eignet sich das bereits vorgestellte TAM als Basis der Analyse (Dudenhöffer, 2013). In dieser Arbeit sollen die grundlegenden Fragen geklärt werden, wann, wo und für wen die Probanden ein Cybercar für nützlich halten (Erwartete Nützlichkeit). Studien zu der Akzeptanz von vollautomatisierten Fahrzeugen haben ergeben, dass Menschen diese Fahrzeuge in bestimmten Situationen, nämlich in monotonen oder stressigen Situationen (lange Autobahnfahrten oder Staus) für besonders nützlich halten (Payre, Cestac und Delhomme, 2014). Es ist wichtig zu wissen in welchen Situationen und an welchen Orten Menschen Cybercars für nützlich halten und erwarten, um eine gelungene Implementierung zu gewährleisten. Um den Ansprüchen an die Nutzerfreundlichkeit (Erwartete Nutzerfreundlichkeit) gerecht zu werden, soll untersucht werden, wie Cybercars organisiert sein müssen, um Menschen dazu anzuregen diese zu nutzen. Ferner sollen auch die das TAM ergänzenden Faktoren berücksichtigt werden, um zu prüfen, welchen Einfluss die Gesellschaft auf das Akzeptanz- und Nutzungsverhalten hat.

Ziel des Ganzen ist zu erfahren, wie Cybercars möglichst nützlich und nutzerfreundlich konzipiert werden können, um eine erfolgreiche Markteinführung zu erzielen.

### 2.7.2 Erwartungen an die Interaktion.

Dieser Bereich soll die Erwartungen von Verkehrsteilnehmern an die Interaktion mit Cybercars untersuchen. Momentan ist ungewiss, ob sich Fußgänger und Radfahrer

Cybercars gegenüber genauso wie anderen Fahrzeugen verhalten oder ob sich andere Verhaltensmuster entwickeln. Es soll eruiert werden, ob die Verkehrsteilnehmer regelkonformes Verhalten seitens des Cybercars erwarten, ob das Cybercar darüber hinaus besonders defensiv sein soll und welche Konsequenzen sich daraus für das Verhalten der anderen Verkehrsteilnehmer ergeben. Studien zu Mensch-Roboter-Interaktionen zeigen, dass Menschen durchaus emotional und sozial auf Roboter reagieren (Echterhoff et al., 2006). Das könnte bedeuten, dass Verkehrsteilnehmer auch soziales und höfliches Verhalten, über die Straßenverkehrsordnung hinausgehend, von Cybercars erwarten. Solche Erwartungen können ein Konfliktpotential darstellen und Unfälle provozieren. Andererseits könnte es aber auch sein, dass Menschen Cybercars gegenüber skeptisch sind und sich in der Interaktion mit diesen vorsichtiger verhalten.

Diese Untersuchung soll Anhaltspunkte liefern, ob und inwiefern sich die Interaktion mit Cybercars anders gestaltet als mit bekannten Verkehrsteilnehmern.

### *2.7.3 Erwartungen an die Kommunikation.*

Durch Kommunikation kann die Interaktion zwischen Cybercars und den anderen Verkehrsteilnehmern verbessert werden. Sollte es zu Unsicherheiten seitens der Fußgänger und Radfahrer oder Missverständnissen im Verkehr kommen, erhält man durch die Technik der Cybercars die Möglichkeit, diese durch die Bereitstellung von zusätzlichen Informationen aufzulösen. Selbst wenn die Verkehrsteilnehmer nicht zwischen Cybercars und anderen Fahrzeugen differenzieren sollten, bietet die Informationsvermittlung eine Option den Verkehr effektiver und sicherer zu gestalten.

Zusammenhängend mit der Interaktion soll in dieser Arbeit geklärt werden, ob Menschen eine zusätzliche Informationsauskunft durch das Cybercar erwarten. Darüber hinaus soll ermittelt werden, um welche Informationen es sich handelt und wie diese dargestellt werden sollen.

## **3 Methode**

In dem folgenden Abschnitt werden die Einzelheiten zum methodischen Vorgehen erläutert. Das Ziel dieser Studie ist, die Erwartungen an das Konzept Cybercar, an die Interaktion mit Cybercars, sowie Art und Gestaltung einer Informationsvermittlung zu erheben und analysieren. Dieses Gebiet soll explorativ erforscht und ein erster Eindruck gewonnen werden, damit sich ein Vorgehen für weitere Studien ableiten lässt. Da in diesem Bereich bisher nicht viel geforscht wurde, eignet sich ein Interview mit offener

Fragegestaltung gut, denn so werden die Befragten ermutigt in ihren eigenen Worten zu sprechen (Mishler, 1986) und nicht durch vorgefertigte Antwortkategorien eingeschränkt. Dementsprechend können die Probanden mehrere Antworten auf eine Frage geben.

Um eine Vorstellung hinsichtlich des Konzepts von Cybercars zu erhalten, werden dazu im ersten Teil des Interviews gezielt Fragen, die auf dem TAM basieren, gestellt. Der umfangreichere Teil beinhaltet die Interaktion und Kommunikation mit Cybercars. Dafür werden Verkehrssituationen verwendet, die nicht eindeutig sind und ein hohes Konfliktpotential mit sich bringen. Laut Statistischem Bundesamt (2011) werden die meisten Unfälle durch Fehlverhalten beim Abbiegen, Wenden, Rückwärtsfahren, Einfahren, Anfahren, sowie in Vorfahrts- und Vorrangsituationen verursacht, weshalb diese auch in dieser Studie herangezogen werden. Da Interaktion und Kommunikation nicht unabhängig voneinander bestehen (Forgas, 1999), werden diese in den Situationen auch zusammenhängend abgefragt (s. 3.4 Versuchsmaterial).

### *3.1 Versuchsplan*

Die Studie wurde einmalig durchgeführt. Da es sich in der vorliegenden Studie um eine Interviewstudie handelte, wurde weder die Form einer Intervention variiert, noch gab es Kriterien für eine Gruppeneinteilung. Wie aus Tabelle 1 ersichtlich wird, erfragt der Mittelteil des Interviews strukturiert den Umgang verschiedener Verkehrsteilnehmer in unterschiedlichen Umgebungen ab. Die Straße ist dabei, abhängig von der Infrastruktur, in zwei Kategorien aufgeteilt. Die erste Kategorie *Dedicated Lanes* beinhaltet Situationen in denen die Cybercars nur auf extra gekennzeichneten, abgetrennten Fahrstreifen fahren. In der Kategorie *Gemeinsamer Verkehr* nehmen die Cybercars am normalen Straßenverkehr teil. Es gibt zwei Arten von Verkehrsteilnehmern, Fußgänger und Radfahrer. Da Fußgänger im Straßenverkehr mit 24% einen deutlich größeren Weganteil als Radfahrer (9%) haben (Statistisches Bundesamt, 2013), werden diese auch in den Situationen stärker berücksichtigt.

Die Gesamtlänge des Versuchs variierte in Abhängigkeit von der Länge der Antworten der Versuchspersonen (Vpn). Das kürzeste Interview dauerte 25 min, das längste 53 min.

Tabelle 1

*Übersicht über die Situation in Abhängigkeit von der Straßenkategorie und des Verkehrsteilnehmers*

	Dedicated Lanes	Gemeinsamer Verkehr
Fußgänger	Situation 2	Situation 5
	Situation 3	Situation 6
		Situation 7
Radfahrer	Situation 4	Situation 8
		Situation 9

*Anmerkungen.* Situation 1 und 10 sind nicht dargestellt. Sie sind für die Fragestellung unbedeutend und werden daher in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

### 3.2 Voruntersuchung

Die vorliegende Arbeit wurde am DLR im Rahmen des EU Projektes CityMobil2 durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde bereits im Januar 2014 durch das Institute of Transport Studies (ITS) eine Vorstudie an der Universität Leeds durchgeführt.

Die Interviewstudie des ITS diente der Orientierung und Sammlung erster Erkenntnisse und sollte Verbesserungspotential für ein eigenes Interviewdesign offenbaren. Während in den Interviews der Vorstudie die Interaktion mit den Cybercars nur angeschnitten wurde, erfragt dieses Interview die konkreten Erwartungen an das Verhalten des Cybercars und das eigene Verhalten ab. Weiterhin beschäftigt sich dieses Interview intensiver mit der Informationsvermittlung des Cybercars gegenüber den anderen Verkehrsteilnehmern. Für das Interview wurde Bildmaterial eines einheitlichen Cybercar Modells von Inria verwendet, um einen Einfluss durch die Erscheinung des Cybercars zu standardisieren.

Die zunächst fertige Version des Leitfadens wurde an der Vp 0 erprobt. Missverständnisse durch die Strukturierung der Fragen in dem Situationsabschnitt wurden durch eine Anpassung der Reihenfolge und Veränderung der Formulierung behoben.

### 3.3 Stichprobe

Die Stichprobe umfasst  $N = 14$  Personen und rekrutierte sich aus dem Probandenpool des DLR. Das Durchschnittsalter lag bei  $M = 33$  Jahren ( $SD = 12.5$  Jahre), wobei die jüngste Vp 21 Jahre und die älteste 50 Jahre alt war. Die Geschlechterverteilung war mit jeweils 7 Männern und Frauen ausgeglichen. 57.1 % der Stichprobe waren Berufstätige unterschiedlicher Fachrichtungen, die restlichen Vpn (42.9 %) waren Studenten.

Insgesamt nehmen 78.6 % der Stichprobe mindestens drei Mal pro Woche als Fußgänger am Straßenverkehr teil, 50 % sogar täglich. 21.4 % der Vpn nehmen mindestens drei Mal pro Woche als Radfahrer am Straßenverkehr teil. Da die Vpn regelmäßig in den entscheidenden Bedingungen (als Fußgänger und Radfahrer) am Straßenverkehr teilnehmen, ist gewährleistet, dass sie auch ausreichende Erfahrungen im Umgang mit nicht eindeutigen Situationen haben.

Die Vpn wurden vor Beginn der Teilnahme über Art und Inhalt der Forschung informiert. Die Teilnahme erfolgte auf freiwilliger Basis und wurde mit einer Bezahlung in Höhe von 10 € vergütet. Die Daten der gesamten Stichprobe konnten zur Auswertung herangezogen werden, es fand kein Ausschluss von Probanden statt.

### 3.4 Versuchsmaterial

Für das Interview wurden ein Computer mit Monitor, ein Beamer, eine Kamera und ein Mikrofon verwendet. Der Computer verfügt über das Programm VLC Mediaplayer (Version 2.1.3) um die Aufnahme des Videos zu steuern.

Es gibt vier formelle Fragebögen des DLR. Dazu gehört die *Verpflichtungserklärung* (Anhang A), in der die Vp über Art und Umfang der Schweigepflicht informiert wird und sich zu dieser bereit erklärt. Die *Einverständniserklärung* (Anhang B) beinhaltet die Probandeninformationen zur wissenschaftlichen Untersuchung, deren Lesen und Verstehen die Vp mit ihrer Unterschrift bestätigen muss. Bei dem *Beleg über die Probandenentschädigung* (Anhang C) muss die Vp am Ende des Interviews den Erhalt der Bezahlung quittieren. Das Formular *Probandenbewertung* (Anhang D) ist ein Formular das vom Versuchsleiter (VL) ausgefüllt wird und den Ablauf des Versuchs bewertet (Einhalten der Instruktion, Unterbrechungen) sowie das Interesse der Vp an weiteren Versuchen festhält. Ein demographischer Fragebogen (Anhang E) fragt Alter, Geschlecht, Beruf, Angaben zum Führerscheinbesitz und Häufigkeit der Teilnahme am Straßenverkehr als Autofahrer, Radfahrer und Fußgänger ab.

Der *Interview Leitfaden* (Anhang F) beruht auf den Erkenntnissen der Voruntersuchung und gliedert sich in drei Abschnitte. Der erste Abschnitt *Allgemeine Informationen* konzentriert sich auf die Erwartungen der Vpn bezüglich Akzeptanz und Nutzung von Cybercars. Basierend auf dem Technik Akzeptanz Modell wird hier beispielweise nach möglichen Nutzern von Cybercars, möglichen Einsatzorten oder auch Bedenken beim Einsatz von Cybercars gefragt. Im zweiten Abschnitt *Situationen* (s. Tabelle 1) wird die Interaktion mit Cybercars behandelt. Das Format der Situation läuft meistens

ähnlich ab (s. Abbildung 7). Zuerst wird die Situation beschrieben und in Form eines Bildes präsentiert, dann folgen die Fragen. Zu den jeweiligen Fragen und in Abhängigkeit von der Situation sind im Leitfaden die Prompts vermerkt. Eine ausführliche Beschreibung der Situation befindet sich in Abschnitt 3.4.1.

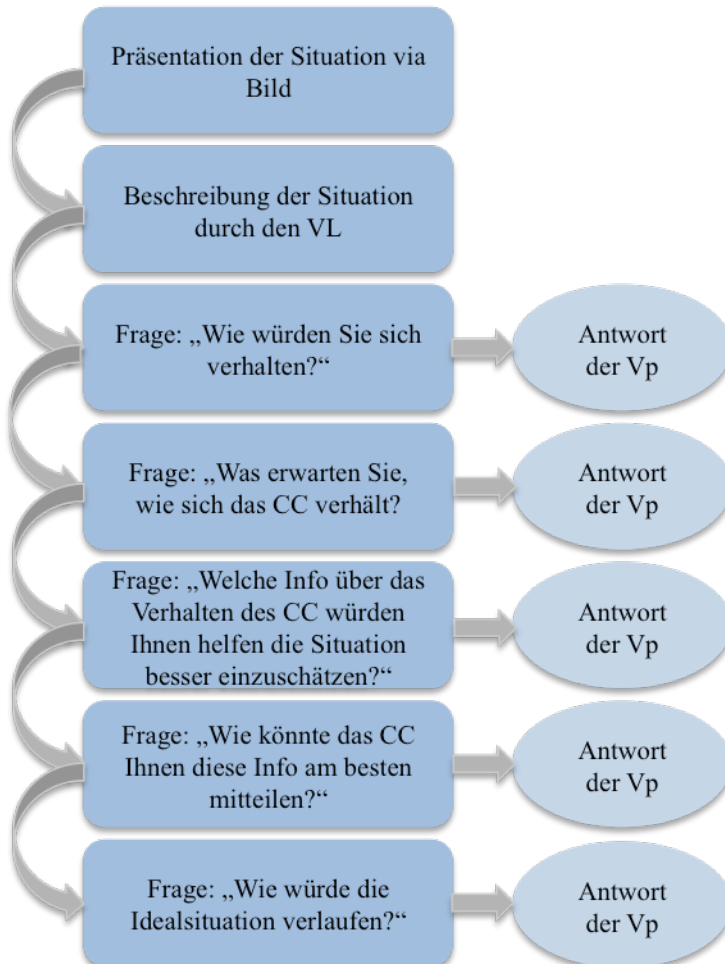


Abbildung 7 Ablauf des Interviews im Situationsabschnitt.  
Anmerkungen. Cybercar (CC), Informationen (Info).

Zur Visualisierung von Cybercars und zur Verdeutlichung der Situationen wurden mithilfe des Bildbearbeitungsprogrammes Gimp (Version 2.8) Bilder entworfen, die an den entsprechenden Stellen des Interviews gezeigt wurden. Ebenfalls zur Visualisierung und zur Vermittlung eines Eindrucks wurde ein Videoausschnitt der Herstellerfirma Inria (2009) verwendet. In diesem Video werden die Bedienbarkeit und Funktion eines Cybercars beispielhaft dargestellt. Der Fragebogen *Informationen Einzeichnen* (Anhang G), der im Abschnitt *Design* verwendet wird, beinhaltet die Front- und Seitenansicht eines Cybercars. Darunter sind mögliche Informationen aufgelistet, die ein Cybercar mitteilen könnte. Die Vp wird aufgefordert diese Information mithilfe einer Nummerierung an geeigneten Stellen des Cybercars einzuzeichnen.

### 3.4.1 Beschreibung der Situationen.

In Situation 2 soll sich die Vp vorstellen, dass Sie durch eine Fußgängerzone läuft und unaufmerksam ist, weil sie mit ihrem Handy beschäftigt ist oder Musik hört. Als sie wieder hochschaut, befindet sie sich inmitten der Spur der Cybercars und sieht ein Cybercar auf sich zukommen.

In Situation 3 (s. Abbildung 8) steht das Cybercar in der Fußgängerzone. Vor und hinter ihm passieren andere Fußgänger die Spur. Die Versuchsperson möchte auch auf die andere Seite.



Abbildung 8 Situation 3, stehendes Cybercar passieren.

Aus Sicht eines Radfahrers betrachtet der Proband die Situation 4 (s. Abbildung 9). Er ist auf dem Weg um sich mit Freunden zum Essen zu treffen. Auf dem letzten Stück endet der Radweg und der Radfahrer muss sich in die Spur der Cybercars einordnen.

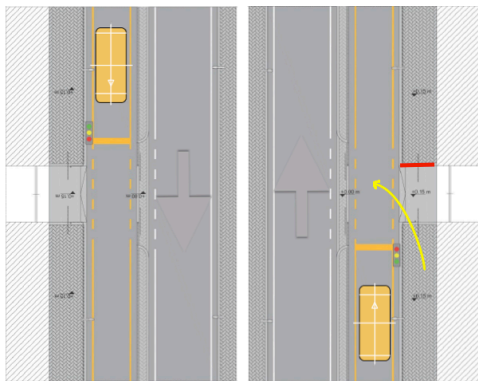


Abbildung 9 Situation 4, in Cybercarspur einordnen.

Ab der fünften Situation muss die Vp mit den Cybercars im gemeinsamen Straßenverkehr interagieren. In Situation 5 (s. Abbildung 10) soll der Proband die Straße an einer grünen Fußgängerampel überqueren. Von links kommt ein Cybercar angefahren.



Abbildung 10 Situation 5, Straße an einer Ampel überqueren.

In Situation 6 (s. Abbildung 11) stellt sich die Vp vor Feierabend zu haben. Sie möchte gerne mit dem Bus nach Hause fahren. Die Bushaltestelle befindet sich auf der gegenüberliegenden Straßenseite, der Bus wartet bereits. Die Vp beginnt zu laufen, weil sie den Bus nur ungerne verpasst. Als sie die Straße an dem Zebrastreifen überqueren möchte, bemerkt sie, dass es sich bei dem heranfahrenden Fahrzeug um ein Cybercar handelt.



Abbildung 11 Situation 6, Straße an einem Zebrastreifen überqueren.

In Situation 7 (s. Abbildung 12) befindet sich der Proband auf dem Weg zum Supermarkt. Auf der anderen Straßenseite erkennt er einen Bekannten. Der Proband ruft den Bekannten. Als dieser ihn nicht hört, beschließt er die vielbefahrene Straße zu überqueren.



Abbildung 12 Situation 7, Straße ohne Überweg überqueren.



In Situation 8 und 9 ist die Vp dann wieder als Radfahrer unterwegs. In Situation 8 (s. Abbildung 13) fährt sie auf einem separaten Radweg, der neben einer großen, zweispurigen Straße verläuft. Als die Vp eine der Seitenstraßen überqueren will, kommt aus dieser ein Cybercar, das auf die Hauptstraße einfahren möchte.



Abbildung 13 Situation 8, Fahrradweg kreuzt Straße.

Auf einer Straße mit rechts-vor-links Regelung fährt der Proband in Situation 9 (s. Abbildung 14). Die Einsicht in die anderen Straßen wird für beide Parteien durch parkende Autos erschwert. An der nächsten Kreuzung bemerkt der Proband ein von rechts kommendes Cybercar.



Abbildung 14 Situation 9, rechts vor links.

### 3.5 Durchführung

Die Durchführung der Interviews fand vom 03. bis 18. März 2014 im DLR statt. Die Wache informierte über die Ankunft der Vp, damit der VL diese am Eingang abholen konnte. Nach einer kurzen Begrüßung führte der VL die Vp in das Labor (IDeE-Lab). Die Anordnung der Räumlichkeiten ist in Abbildung 15 dargestellt.

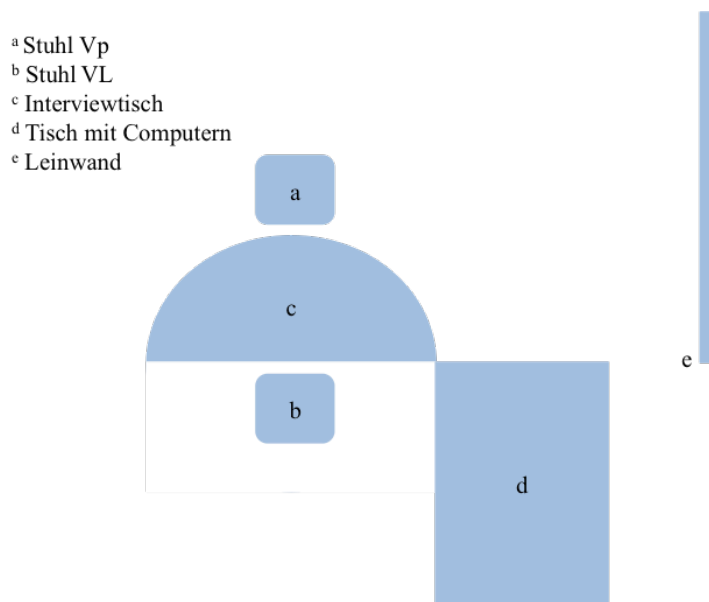


Abbildung 15 Anordnung der Räumlichkeiten.

Nachdem der VL die Vp aufforderte auf einem Drehstuhl an dem halbkreisförmigen Tisch Platz zu nehmen, klärte er die Vp darüber auf, wo sie sich befindet und welche Funktion das IDEE-Lab hat. Der VL informierte die Vp kurz über das Thema der Studie. Bevor das Interview beginnen konnte, mussten die Formalitäten geklärt werden. Dazu gehörten die Aufklärung über die Verschwiegenheitsverpflichtung, die Einverständniserklärung über die Auswertung der Daten in anonymisierter Form und allgemeine Informationen und Anweisungen zum Interview. Hier war vor allem wichtig, dass die Vpn verstanden, dass es keine richtigen oder falschen Antworten gibt. Für die Ergebnisse des Interviews war es wichtig, dass die Vpn ihre Ansichten frei äußern konnten und in dieser Hinsicht keine Hemmungen hatten. Nach dieser Introduction füllte die Vp den demographischen Fragebogen aus und hatte die Gelegenheit Fragen zu stellen. Im Anschluss startete der VL die Videoaufzeichnung des Interviews.

Zu Beginn des Interviews verschaffte der VL den Vpn eine einheitliche Wissensbasis über Cybercars mithilfe von Fotos, Informationen zu der Funktionsweise und einer Videodemonstration. Falls der Vp mal wenig oder gar nichts zu einer Frage einfiel, versuchte der VL sie durch Prompts zu unterstützen. Im zweiten Abschnitt des Interviews unterstützte der VL die Beschreibung der Szenarios mithilfe von Bildern und half, wenn nötig, durch Prompts nach. Der letzte Abschnitt verlief freier als die vorherigen Teile. Die Vp hatte die Möglichkeit zu vorgefertigten Themen Ideen zu sammeln und zu ergänzen, was ihr vorher nicht eingefallen ist. Dies beinhaltete auch das Einzeichnen von möglichen Orten zu Informationsvermittlung an einer Front- und Seitenansicht des Cybercars. Am Ende des

Interviews erfolgte die Bezahlung. Der VL bedankte sich noch einmal ausführlich bei der Vp, begleitete diese zum Ausgang und verabschiedete sie.

### 3.6 Auswertung

Die Videos wurden in Form einer Tabelle transkribiert, paraphrasiert. Dabei wurde für jede Vp die Antwort auf die entsprechende Frage festgehalten. Diese Daten konnten dann mithilfe einer deskriptiven Inhaltsanalyse ausgewertet werden (Tiemann, 2003). Ähnliche Antworten, die durch bestimmte Wörter oder Ausdrücke klassifiziert waren, wurden auf Basis eines Kodierleitfadens (Anhang H) zusammengefasst. In dem Kodierleitfaden sind die Regeln für das Kategorisieren der Antworten genau festgelegt. Dieses Vorgehen erlaubt es, genaue Antwortkategorien festzulegen und deren Häufigkeit zu bestimmen. So darf z.B. bei der Verwendung der Formulierungen *alte Personen, Leute, Menschen; ältere Personen, Leute, Menschen; Senioren; Rentner* bei der Antwort auf die Frage „Wer könnte solche Cybercars nutzen?“ die Kategorie *Alte Personen* gezählt werden. Eine Übersicht über die gesamten Ergebnisse ist in der Tabelle in Anhang I dargestellt. Die Tabelle zum Ablesen der Prozentangaben sowie weitere Berechnungen befinden sich in Anhang J.

## 4 Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung im Folgenden orientiert sich an der Reihenfolge in der im Interview darauf Bezug genommen wird (s. Anhang F). Für die Erwartungen an das Konzept Cybercar werden die Fragen des Abschnitts Allgemeine Informationen einzeln ausgewertet. Die Erwartungen an die Interaktion und Kommunikation werden im zweiten Teil der Ergebnisse gemeinsam auf die jeweilige Situation bezogen analysiert.

### 4.1 Erwartungen an das Konzept Cybercar

Die Probanden der Stichprobe haben vorwiegend noch keine Erfahrungen mit Cybercars gemacht. 71.4% der Probanden haben bis zum Zeitpunkt der Studie nichts von Cybercars gehört. Die Probanden, die Cybercars kennen, verbinden den Begriff mit selbstfahrenden Fahrzeugen im Allgemeinen oder dem Google Car im Speziellen und haben davon bereits in den Medien gehört.

Auf die Frage wer Cybercars nutzen könnte, nannten die Probanden 8 verschiedenen Personengruppen (s. Abbildung 16). Am häufigsten, von 71.4% der Probanden, wurden alte Personen genannt. Diese seien in ihrer Mobilität oft eingeschränkt und ein Cybercar würde ihnen bspw. das Einkaufen erleichtern. Am zweit häufigsten mit jeweils 35.7% wurde *Jeder*

und Personen ohne Auto als Antwort gegeben. 28.5% der Probanden nannten Personen ohne Führerschein. Weniger Nennungen erhielten Personen mit Beeinträchtigung, Kinder, Pendler und Geschäftsleute mit jeweils 14.2%.

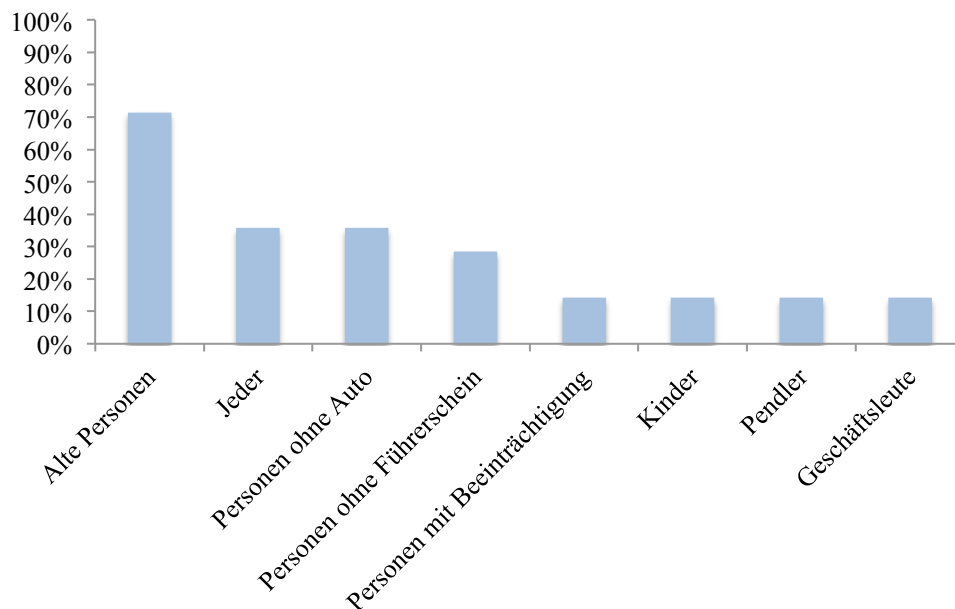


Abbildung 16 Mögliche Nutzergruppen von Cybercars und deren prozentuale Nennung.

Die Nutzungsbereitschaft der Probanden ist in Abbildung 17 dargestellt. 78.6% der Probanden antworten mit Ja auf die Frage, ob sie Cybercars selber nutzen würde. 14.3% der Probanden verneinten die Frage, sie waren mit ihrer aktuellen Situation zufrieden und fahren lieber mit dem Rad oder Auto. 7.1% der Probanden waren unsicher und konnten auf diese Frage keine konkrete Antwort geben.

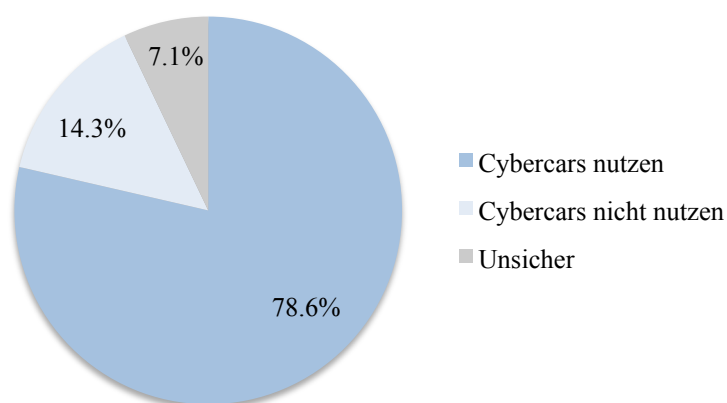


Abbildung 17 Nutzungsbereitschaft der Probanden.

Zwei Fragen erörtern, was den Probanden dazu bewegen bzw. davon abhalten würde Cybercars zu nutzen und sind zusammenfassend in Tabelle 2 dargestellt. Der am häufigsten genannte Faktor, der die Probanden dazu bewegen würde, ist Flexibilität mit 35.7%. Unter Flexibilität verstehen die Probanden, dass Start- und Zielpunkt, sowie Fahrtzeiten beliebig sein können und dass Cybercars im Gegensatz zu anderen öffentlichen Verkehrsmitteln nicht auf Haltestellen oder Fahrpläne angewiesen sind. Mit jeweils 3 Nennungen und damit 21.4% folgen schnelle Verfügbarkeit, niedrige Kosten, Stauraum und ausreichende Reichweite. Darüber hinaus wurden Witterungsbeständigkeit, Komfort, Sicherheit, Sauberkeit, einfache Bedienung und dass das Cybercar als solches erkennbar sein müsse genannt. In Bezug auf die einfache Bedienung erklärt ein Proband, dass diese so simpel sein müsse, dass jeder sie verstehe. Im Kontrast dazu stehen die Antworten bezüglich der Eigenschaften von Cybercars, die Probanden von der Nutzung abhalten. Am schwerwiegendsten wären lange Wartezeiten, die 50% der Probanden nennen. Eine Vp erklärt dazu, dass es für sie problematisch wäre, wenn das Rufen und die Dauer bis zur Ankunft des Cybercars zu viel Zeit in Anspruch nähme. 42.9% sagen, dass sie hohe Kosten davon abhalten würden. Was genau die Probanden unter hohen Kosten verstehen, wurde im Verlauf des Interviews nicht weiter untersucht. Weiterhin nennen 14.3% der Probanden schwierige Bedienung, fehlende Eingriffsmöglichkeit, verdreckte Cybercars und lange Fahrtzeiten als störende Faktoren. 7.1% der Probanden würden Sicherheitsmängel und einen defensiven Fahrstil bemängeln.

Tabelle 2

*Faktoren, die Nutzungsbereitschaft positiv und negativ beeinflussen können*

Faktoren, die dazu bewegen Cybercars zu nutzen	Faktoren, die davon abhalten Cybercars zu nutzen
Flexibilität	Lange Wartezeiten
Schnelle Verfügbarkeit	Hohe Kosten
Niedrige Kosten	Schwierige Bedienung
Stauraum	Fehlende Eingriffsmöglichkeit
Ausreichende Reichweite	Verdreckte Cybercars
Witterungsbeständigkeit	Lange Fahrtzeiten
Komfort	Sicherheitsmängel
Sicherheit	Defensiver Fahrstil
Sauberkeit	
Einfache Bedienung	
Cybercar als solches erkennbar	

Auf die Frage, welche Bedenken es beim Einsatz von Cybercars gäbe, antworten 28.6% der Probanden, dass sie keine Bedenken hätten. Ebenfalls 28.6% geben an, dass sie Bedenken hätten, dass Cybercars ausgenutzt würden, sei es durch den defensiven Fahrstil

oder aus datenschutzrechtlichen Gründen. Auch bei der Sicherheit haben 28.6% der Probanden Bedenken. So stellen sich einige Probanden die Frage, was bei einem Systemausfall passieren würde. 21.4% geben an, dass sie nicht genug Vertrauen in die Technik hätten. 14.3% der Probanden befürchten, dass Cybercars den Straßenverkehr behindern könnten. Ein ebenso hoher Prozentsatz (14.3%) hat Bedenken wegen fehlender Eingriffsmöglichkeiten. 14.3% machen sich Gedanken darüber, dass Cybercars die Arbeitsplätze von Taxifahrern gefährden könnten. Weiterhin nennen 7.1% der Probanden Bedenken bezüglich der Straßenbelastung und der Verantwortlichkeit bei Unfällen.

Die Frage, wann Cybercars am nützlichsten seien, beschäftigt sich mit spezifischen Situationen, in denen man Cybercars gebrauchen könnte. Am häufigsten und zwar von 57.1% der Probanden werden die Verwendung von Cybercars als Shuttle, bzw. Zubringer genannt. Meistens wird diese Shuttlefunktion in Zusammenhang mit Flughäfen und Bahnhöfen genannt. Auf dem Land sei es aber auch praktisch ein Cybercar zu nutzen um zum nächstgrößeren Verkehrsknotenpunkt zu gelangen. Am zweithäufigsten kommen jeweils 28.6% der Probanden darauf zu sprechen, dass es nachts, wenn man ausgegangen wäre, sowie beim Einkaufen sehr praktisch wäre. In Bezug auf eine nächtliche Nutzung des Cybercars erklären die Probanden, dass sie dann oft müde oder vielleicht betrunken seien und ein Cybercar in dieser Situation sehr praktisch wäre. Beim Einkaufen seien Cybercars für Personen ohne Auto sehr nützlich um schwere Einkäufe zu transportieren. Auch Personen, die ein Auto zur Verfügung haben, profitieren wenn sie am Wochenende zum Shopping in die Stadt und die Kosten eines Parkhauses sparen möchten. 21.4% der Probanden halten Cybercars für besonders nützlich, wenn keine anderen öffentlichen Verkehrsmittel erreichbar sind oder zu dem Zeitpunkt fahren. Bei kurzen Wegen oder als Taxiersatz würden 14.3% der Vpn ein Cybercar für nützlich befinden. Jeweils 7.1% der Probanden denken, dass ein Cybercar in der Rush Hour und bei schlechtem Wetter ein geeignetes Transportmittel wäre.

An welchen Orten der Einsatz von Cybercars am sinnvollsten ist, erhebt die 8. Frage. 92.9% der Probanden nannten die Stadt. Am zweithäufigsten führen 57.1% der Probanden Flughäfen auf. Mit Flughäfen beziehen sie sich einerseits auf den Shuttleservice zum Flughafen als auch auf Transportmittel innerhalb des Flughafens. Einige Flughäfen seien sehr groß und unübersichtlich, mit einem Cybercar könnte man sich vom Eingang zum entsprechenden Gate bringen lassen. 28.6% nennen große Betriebe, 14.3% ländliche

Gegenden, Unicampus, Veranstaltungen und Urlaubsorte. Mit 7.1% werden Shopping Center, verkehrsberuhigte Zonen, Bahnhöfe und Freizeitparks am seltensten erwähnt.

In Bezug auf den sozialen Einfluss geben 42.9% der Probanden an, dass sie Cybercars, wenn Freunde, Familie etc. sie benutzen würden, ausprobieren würden. Jeweils 21.4% geben an, dass sie sich mehr für Cybercars und deren Nutzung interessieren würden, bzw. die Nutzung seitens Freunden und Verwandten gut finden würden. 14.3% sagen, dass sie es durch den Einfluss nahestehender Personen auch nutzen würden. Ebenfalls 14.3% der Probanden erklären, dass es keine Beeinflussung geben würde, da ihre Akzeptanz schon hoch sei.

#### *4.2 Erwartungen an die Interaktion und Kommunikation*

Im Folgenden werden die einzelnen Situationen in Bezug auf die Interaktion und Kommunikation analysiert.

##### *4.2.1 Situation 2: Fußgänger – Unaufmerksam.*

In dieser Situation wird der Proband von einem anfahrenden Cybercar überrascht, auf dessen Spur er sich befindet. 64.3% der Probanden erwarten, dass das Cybercar anhält. Die restlichen 35.7% erwarten, dass das Cybercar zumindest langsamer wird und nur dann anhält, wenn man in der Zwischenzeit nicht die Spur verlassen hat. Zusätzlich erwähnen 21.4% der Probanden, dass sie erwarten würden, dass das Cybercar ein Warnsignal gibt. Alle Probanden würden die Spur bei Bemerkung des Cybercars verlassen, 85.7% würden in normalem Tempo die Spur verlassen, 14.3% der Probanden geben an, sie würden sich erschrecken und zur Seite zu springen. 85.7% der Probanden erwarten im Idealfall ein Warnsignal. Jeweils 7.1% sagen, dass das Cybercar im Idealfall auf seiner Spur bleiben sollte, bzw. die Geschwindigkeit allmählich verringern und nicht abrupt abbremsen sollte. Auf die Frage wie die Warnung gestaltet sein sollte, antworten 42.9% dass sie akustisch sein sollte. Als spezifische akustische Warnung werden ein Klingeln (28.6%) und eine leichte Hupe (14.3%) am häufigsten genannt. Außerdem erwähnen die Probanden eine Hupe; eine Sprachausgabe; ein Piepen; einen unterbrochenen Ton; ein Blinken, gefolgt von einem Ton; das Ampelsignal Sehbehinderter und den Rückwärtspieper von LKW (alle 7.1%) als potenzielle Warnstrategie.

##### *4.2.2 Situation 3: Fußgänger – Stehendes Cybercar passieren.*

In diese Situation möchte die Vp an einem stehenden Cybercar vorbeilaufen. 78.6% der Probanden erwarten, dass das Cybercar weiterhin stehen bleibt, wenn sie seine Spur

überqueren. 14.3% denken, dass das Cybercar anfährt, aber wieder zum Halten kommt, wenn es den Fußgänger bemerkt. Die restlichen Probanden (7.1%) gehen auch davon aus, dass es ein Signal geben würde, wenn es losfahren möchte. 28.6% der Probanden geben zusätzlich an, dass das Cybercar in einer Fußgängerzone besondere Rücksicht nehmen müsse und ihnen daher den Vorrang gewähren würde. Im Hinblick auf die Informationen antworten 78.6% der Probanden, dass sie es hilfreich fänden, wenn das Cybercar seine Absicht loszufahren ankündigen würde. Am zweithäufigsten wird die Richtung genannt (28.6%), gefolgt von dem Fahr- und Betriebsmodus (14.3% und 7.1%). Auf die Frage wie das Cybercar diese Informationen mitteilen könnte, antworten 21.4% mit einer Ampel (grün = Cybercar steht; rot = Cybercar fährt). Weitere Möglichkeiten sind ein blinkendes Licht (14.3%), Lichtsignal (14.3%), Lichtsignal mit Ton (14.3%), gelbes Licht (14.3%), Countdown (7.1%), Schriftzug (7.1%), farbiger Schriftzug (grün = Cybercar fährt; rot = Cybercar steht) (7.1%), Klingeln (7.1%), Rückwärtspieper LKW (7.1%), Symbol und Ton (7.1%) und die Inbetriebnahme der Scheinwerfer (7.14%). Die Fahrtrichtung könne man laut der Probanden über Pfeile (14.3%) oder das Design des Cybercars (14.3%) verdeutlichen.

#### *4.2.3 Situation 4: Radfahrer – In Cybercarspur einordnen.*

In dieser Situation muss sich der Proband in die Spur der Cybercars einordnen, da sein Radweg endet. 85.7% der Probanden geben an, dass Cybercars überholen dürfen sollen, damit sie sich als Radfahrer auf einer gemeinsamen Spur sicher fühlen. Im Gegensatz dazu stehen die restlichen 14.3%, die sich nicht sicher fühlen, wenn Cybercars überholen. 57.1% der Probanden betonen, dass beim Überholen der seitliche Abstand ausreichen muss. Weiterhin müssten die Cybercars nach vorne ausreichenden Abstand halten bzw. dürften sie Radfahrer nicht durch zu dichtes Auffahren nötigen (35.7% und 14.3%) und müssten einen Überholvorgang ankündigen (28.6%). 14.3% der Probanden äußern, dass Cybercars einem Radfahrer beim Einfahren Vorrang gewähren müssten, 21.4% sagen jedoch, dass sie nicht erwarten würden, dass das Cybercar ihnen Vorrang gewähren würde und dass sie normal auf die Spur auffahren würden. Hinsichtlich der Abstände würden 85.7% der Probanden normale Sicherheitsabstände ausreichen, 7.1% fordern größere Abstände und 7.1% geben an, dass die Abstände erst in Versuchen erprobt werden müssen.

#### *4.2.4 Situation 5: Fußgänger – Straße an einer Ampel überqueren.*

In dieser Situation möchte der Proband eine Straße an einer grünen Ampel überqueren, während sich ein Cybercar nähert. Alle Probanden (100%) würden bei einem



ankommenden Cybercar an einer grünen Ampel die Straße überqueren. 28.6% würden das Cybercar beobachten um sicherzustellen, dass es auch wirklich anhält, 7.1% der Probanden geben jedoch an, dass sie das auch bei anderen Fahrzeugen machen würden. 100% der Probanden erwarten, dass das Cybercar an der Ampel anhält. Die Vermittlung von zusätzlichen Informationen betreffend, antworten 64.3% der Probanden, dass sie in dieser Situation keine zusätzlichen Informationen benötigen würden. 35.7% würden gerne die Information erhalten, dass das Cybercar anhält. Zur Vermittlung dieser Information können laut Probanden ein Bremslicht an der Vorderseite (14.3%), ein Display mit Symbol (14.3%) oder eine Ampel am Cybercar (grün = Cybercar fährt; rot = Cybercar steht) (7.1%) dienen.

#### *4.2.5 Situation 6: Fußgänger – Straße an einem Zebrastreifen überqueren.*

In dieser Situation möchte der Proband einen Zebrastreifen überqueren, während sich ein Cybercar nähert. 50% der Probanden würden über den Zebrastreifen gehen, wenn sie sehen, dass es sich bei dem herankommenden Fahrzeug um ein Cybercar handelt. 28.6% würden erst warten und sich versichern, dass das Cybercar anhält und anschließend den Zebrastreifen überqueren. 14.3% würden gar nicht rübergehen, sondern warten bis das Cybercar vorbeigefahren ist. 7.1% würden nur rübergehen, sollte das Cybercar noch weit genug entfernt sein. 50% der Probanden geben darüber hinaus an, dass sie das Cybercar beobachten würden. Trotz der Tatsache, dass nicht alle Probanden die Straße unbeschwert überqueren würden, erwarten 92.9% der Probanden ein Halten des Cybercars am Zebrastreifen. 7.1% sind sich unsicher. Im Falle einer Informationsvermittlung, wünschen sich 50% der Probanden eine Fußgängererkennung, 14.3% die Information, dass das Cybercar anhält und 7.1% die Information, dass der Fußgänger überqueren, bzw. nicht überqueren kann. Die übrigen 28.6% verzichten in dieser Situation auf zusätzliche Informationen. Zur Vermittlung der Information Fußgänger erkannt stellen sich 21.4% den Schriftzug *Fußgänger erkannt* vor. 7.1% würden beim Cybercar ein Symbol des wahrgenommenen Objekts einblenden lassen, in diesem Fall das Symbol eines Fußgängers. Um zu verdeutlichen, dass das Cybercar hält würden 28.6% der Probanden auf Lichtsignale zurückgreifen (rotes Licht, grünes Licht, wechselndes Licht). 7.1% der Probanden würden diese Information über ein Display mit dem Schriftzug *Stop* darstellen lassen.

#### *4.2.6 Situation 7: Fußgänger – Straße ohne Überweg überqueren.*

In dieser Situation tritt der Proband auf die Straße vor ein ankommendes Cybercar. Alle Probanden erwarten, dass das Cybercar langsamer wird bzw. anhält, sollte ein

Fußgänger plötzlich auf die Straße treten. 14.3% der Probanden erwähnen außerdem, dass das Cybercar in solch einer Situation eine Warnung geben sollte, um den Fußgänger zu ermahnen. Der Großteil der Probanden (42.9%) benötigt in dieser Situation keine zusätzlichen Informationen. 28.6% geben an, dass das Cybercar den Fußgänger verwarnen sollte. 14.3% hätten gerne die Information, dass der Fußgänger erkannt wurde, jeweils 7.1% dass das Cybercar bremst, bzw. den Fußgänger vorlässt. Für eine Warnung würden 21.4% eine Hupe wählen, 7.1% einen anderen Warnton. Die Information, dass das Cybercar den Fußgänger erkannt hat, könnte über das Symbol eines Fußgängers (14.3%) vermittelt werden. Um zu verdeutlichen, dass das Cybercar hält würden 7.1% der Probanden ein rotes Licht verwenden. Dass das Cybercar den Fußgänger vorlässt könnte nach 7.1% der Probanden ähnlich wie bei anderen Fahrzeugen durch eine Lichthupe signalisiert werden.

#### *4.2.7 Situation 8: Radfahrer – Radweg kreuzt Straße.*

In dieser Situation fährt der Proband auf dem Radweg, während aus einer einschneidenden Straße ein Cybercar kommt. 71.4% der Probanden würden weiterfahren, wenn das Cybercar aus der Seitenstraße kommt. Die anderen Probanden (28.6%) würden die Geschwindigkeit verringern oder abbremsen. Zudem geben 50% der Probanden an, dass sie gucken würden, ob sie vom Cybercar registriert worden sind bzw. ob dieses langsamer wird. Die Probanden wären als Radfahrer in dieser Situation vorfahrtsberechtigt, weswegen das Cybercar anhalten müsste. Alle Probanden (100%) erwarten auch in dieser Situation ein Halten des Cybercars. 57.1% der Probanden würde es helfen die Situation besser einzuschätzen, wenn das Cybercar vermittelt, dass es den Radfahrer erkannt hat. 14.3% würden lieber die Information erhalten, dass das Cybercar anhält. 28.6% der Probanden verzichten auf zusätzliche Informationen. Um zu signalisieren, dass das Cybercar den Radfahrer erkannt hat, würden 14.3% ein optisches Signal verwenden. 14.3% spezifizierten dieses Signal als Symbol eines Radfahrers. Die Probanden nennen als weitere Möglichkeit einen Daumen hoch (7.1%), eine Sprachausgabe (7.1%) oder ein grünes Licht (7.1%). Zur Vermittlung der Information, dass das Cybercar anhält, kommen das Bremslicht vorne (7.1%), ein rotes Licht (7.1%) und die Markierung einer Haltelinie (7.1%) in Frage.

#### *4.2.8 Situation 9: Radfahrer – Rechts vor links.*

In dieser Situation muss der Proband einem von rechtskommenden Cybercar die Vorfahrt gewähren. Alle Probanden (100%) rechnen damit, dass das Cybercar seine Vorfahrt wahrnimmt und weiterfährt. 28.6% gehen davon aus, dass das Cybercar seine

Geschwindigkeit verringert und 21.4% erwarten, dass es rechtzeitig bremsen kann, sollte ihm die Vorfahrt genommen werden. Indessen erwarten 7,1%, dass das Cybercar offensiver fährt, um zu verhindern, dass ihm die Vorfahrt genommen wird. Alle Probanden (100%) geben an, sich an die Verkehrsregeln zu halten und an dieser Stelle zu warten, bis das Cybercar vorbeigefahren ist. Die Mehrheit (71.4%) möchte in dieser Situation keine zusätzlichen Informationen vermittelt bekommen. Jeweils 14.3% der Probanden würde es helfen, wenn das Cybercar die Information Cybercar fährt weiter bzw. Radfahrer erkannt vermittelt. Die Information Cybercar fährt weiter sollte über ein rotes (7.1%) oder grünes Licht (7.1%) vermittelt werden, die Information Radfahrer erkannt über das Symbol eines Radfahrers (7.1%).

#### *4.2.9 Interaktion und Kommunikation zusammengefasst.*

Im Mittel erwarten 98.6% der Probanden, dass sich Cybercars verkehrsgerecht und sicher verhalten (Situation 5-9), d.h. dass sie an roten Ampeln und an Zebrastreifen anhalten oder auch in Notfallsituationen (s. Situation 7) rechtzeitig bremsen können und somit zu keiner Zeit eine Gefährdung für die anderen Verkehrsteilnehmer darstellen. In den Situationen, in denen die Probanden vorrangberechtigt sind (s. Situation 5,6,8), beschreiben trotzdem 42.9% der Probanden Absicherungsverhalten wie ein Beobachten des Cybercars.

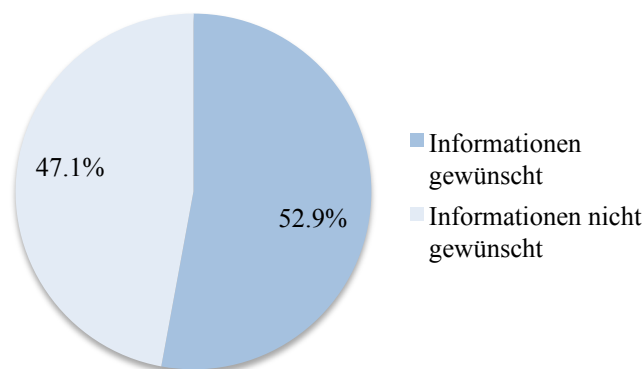


Abbildung 18 Anteile der Probanden, die sich eine zusätzliche Informationsvermittlung wünschen.

Die Anteile der Probanden, die sich zusätzliche Informationen durch das Cybercar wünschen, bzw. die darauf verzichten können, sind in Abbildung 18 dargestellt. 52.9% der Probanden möchten im gemeinsamen Straßenverkehr (Situation 5-9) Informationen durch das Cybercar vermittelt bekommen, 47.1% können darauf verzichten. Am häufigsten fordern Probanden Informationen in Situation 6 und 8 (beide 71.4%). Auf die Frage, welche

Information am wichtigsten wäre, antwortet die Mehrheit (42.9%) der Probanden mit der Erkennung des Fußgängers bzw. Radfahrers.

## 5 Diskussion

Im Folgenden werden die Ergebnisse auf die jeweilige Fragestellung bezogen interpretiert und diskutiert.

### 5.1 *Erwartungen an das Konzept Cybercar*

Da die Mehrheit der Probanden keine Erfahrungen mit Cybercars hat, können die Ergebnisse als a priori Akzeptanz bzw. Erwartung betrachtet werden. Um die Fragestellung in Bezug auf die Gestaltung der Cybercars zu beantworten, wird im Folgenden die erwartete Nützlichkeit und Nutzerfreundlichkeit in Form eines „idealen Konzepts“ nach Ansicht der Versuchspersonen diskutiert.

#### 5.1.1 *Für wen sind Cybercars nützlich?*

Die Nutzer, die von Cybercars profitieren können, sind nach Ansicht der Probanden sehr vielfältig. Die am häufigsten genannte Nutzergruppe sind alte Personen (71.4%). Für alte Personen stellen Cybercars einen erheblichen Mobilitätsgewinn dar und in Anbetracht des demographischen Wandels wäre ein hohes Nutzungsverhalten älterer Menschen sehr wünschenswert. Allerdings muss auch berücksichtigt werden, dass alte Personen an Cybercars spezielle Ansprüche stellen. Der entscheidende Aspekt für die Nutzung eines Gerätes ist für alte Personen die Bedienbarkeit (Jakobs, Lehnert und Ziefle, 2008), weshalb das Rufen der Cybercars sowie deren Interface sehr einfach und verständlich gestaltet sein müssten. Da die Stichprobe mit einem durchschnittlichen Alter von 33 Jahren ziemlich jung ist und nicht in diese Nutzergruppe fällt, sollte in weiterführenden Studien überprüft werden, ob alte Personen sich selbst auch als potentielle Nutzer sehen. Eine weitere große Nutzergruppe wird durch Personen ohne Auto oder Führerschein (zusammen 64.3%) repräsentiert. Diese Personen bekämen durch Cybercars die Möglichkeit, selbstständiger und von konventionellen Verkehrsmitteln unabhängiger zu sein. Ein Beispiel wären Jugendliche, die nun nicht mehr auf den Fahrdienst ihrer Eltern angewiesen sind und z.B. alleine zum Sporttraining fahren können. Des Weiteren kann man Personen anführen, die selten auf ein Auto angewiesen sind, aber in bestimmten Situationen nicht darauf verzichten wollen, beispielsweise wenn sie bei schlechtem Wetter nicht mit dem Rad zur Arbeit fahren möchten. Personen mit Beeinträchtigung stellen als Nutzergruppe besondere Ansprüche an

Cybercars. Die Cybercars müssten z.B. für Rollstuhlfahrer vollkommen barrierefrei sein, ein Busfahrer der eine Einstiegsrampe herunterklappen kann ist schließlich nicht vorhanden. Für sehbehinderte Personen muss das Interface so gestaltet sein, dass es auch ohne optische Reize verstanden und bedient werden kann. Da solche zusätzlichen Ausstattungen kostenintensiver sein werden, wäre es empfehlenswert nur einen gewissen Anteil an Cybercars damit auszustatten, um Personen mit Beeinträchtigung einen barrierefreien Zugang zu ermöglichen. Ein weiterer Vorteil von Cybercars ist, dass die Passagiere während der Fahrt andere Dinge tun können. Sie können telefonieren oder eine E-Mail schreiben ohne dabei andere Personen im Straßenverkehr zu gefährden. Eine Eigenschaft, die vor allem Personen auf dem Weg zur Arbeit oder zu geschäftlichen Terminen zugutekommt.

Mit 87.6% besteht unter den Probanden eine grundsätzlich hohe Nutzungsbereitschaft. Studien zeigen, dass die Nutzungsintention einen Einfluss auf die Realnutzung hat (Wilhelm, Strahringer und Smolnik, 2012).

#### *5.1.2 Welche Eigenschaften sollten Cybercars besitzen?*

Es gibt Umstände, unter denen die Cybercars für die Stichprobe besonders attraktiv erscheinen. Ein wichtiger Faktor ist dabei die Flexibilität. Cybercars sollten zu beliebigen Zeiten an beliebige Orte bestellt werden können. Das wäre gegenüber anderen Verkehrsmitteln, die auf Fahrpläne und Haltestellen angewiesen sind, eine entscheidende Stärke. Weiterhin sollten Cybercars schnell verfügbar sein, was für die Betreiber von Cybercars eine organisatorische Herausforderung sein wird. Personen, die ihr Cybercar schon im Voraus bestellen, sollte eine gewisse Pünktlichkeit bei der Ankunft des Cybercars garantiert werden. Personen, die spontan ein Cybercar bestellen, müssen natürlich mit einer bestimmten Wartezeit rechnen. Welche Wartezeiten dabei toleriert werden, muss in weiteren Studien untersucht werden. Um längere Wartezeiten zu vermeiden, ist es ratsam Cybercars an Orten mit großer Bedarfswahrscheinlichkeit zur Verfügung zu stellen. Ähnlich wie bei Taxis könnten dies z.B. Flughäfen, Bahnhöfe, in der Nähe von Diskotheken und Bars oder großer Veranstaltungen wie Konzerten oder Messen sein. Diese Orte überschneiden sich mit den Orten, an denen die Probanden Cybercars für nützlich halten.

Ein weiterer bedeutender Faktor für die Probanden sind die Kosten. Die Preise der Cybercars dürfen nicht zu hoch sein, da sie sonst keine annehmbare Alternative zu den anderen öffentlichen Verkehrsmitteln darstellen. Welche Preise die Nutzer akzeptieren, welche zu hoch sind und wie die Bezahlung gestaltet sein soll, war zwar nicht Gegenstand der Studie, sind aber wichtige Themen, die Akzeptanz und zukünftiges Nutzungsverhalten

entscheidend beeinflussen werden. Ähnlich eines Individualfahrzeugs sollen Cybercars einen bestimmten Stauraum zur Verfügung stellen, um Platz für Gepäck und Einkäufe zu bieten. Der Transport von schwerem, sperrigem Gepäck gestaltet sich in öffentlichen Verkehrsmitteln oft schwierig. Entweder sind die Busse oder Bahnwaggons überfüllt, das Gepäck blockiert Gänge und Sitzplätze oder es muss umständlich festgehalten werden, um unkontrolliertes Umherrollen zu vermeiden. Zum Thema Nutzerfreundlichkeit sagten die Vpn weiterhin, dass das Cybercar leicht zu bedienen sein müsse. Das Interface sollte intuitiv und einfach designt sein, sodass es ohne große Technikerfahrung verstanden und bedient werden kann. Da die Passagiere nicht mehr für die Steuerung des Fahrzeuges verantwortlich sind, würde z.B. ein Feld für die Eingabe der Zieladresse sowie ein Startknopf ausreichen. Darüber hinaus muss künftig untersucht werden, ob und inwiefern die Passagiere über den aktuellen Status des Cybercars informiert werden. Eine Studie zu diesem Thema (Sadigh, Driggs-Campbell, Bajcsy, Sastry und Seshia, 2014) empfiehlt knappe und informative Daten anzuzeigen. Bei diesen Informationen könnte es sich beispielsweise um Angaben zur Fahrtroute oder besondere Verkehrsvorkommnisse handeln.

Um die Nützlichkeit und Verlässlichkeit von Cybercars zu gewährleisten, muss die Reichweite für die zu fahrenden Strecken ausreichen. In Bezug auf Elektrofahrzeuge hat sich bereits der Terminus *Reichweitenangst* etabliert (Oliva Alonso, Weihrauch und Bertram, 2014). Durch die Angabe des Start- und Zielpunktes bei Bestellung des Cybercars, können für die jeweilige Strecke ausreichend geladene Cybercars koordiniert werden. Dann könnten für die kürzeren Strecken auch nicht voll geladene Cybercars verwendet werden. Für die Nutzerfreundlichkeit sind außerdem Komfort und Sauberkeit relevant. Eine Probandin sagte dazu, dass Cybercars zweckmäßig gehalten sein sollten, damit sie leicht zu reinigen sind. Da Cybercars im Gegensatz zu normalen PKWs kein persönliches Eigentum darstellen und auch kein Personal anwesend ist, das vandalistisches Verhalten missbilligen könnte, besteht die Gefahr, dass die Passagiere ihren Müll liegen lassen bzw. das Cybercar beschädigen.

Der defensive Fahrstil der Cybercars ist ein Punkt, der einer kontroversen Betrachtung bedarf. Die Probanden wünschen sich, dass das Cybercar nicht zu defensiv fährt, da ein ständig stoppendes Fahrzeug nicht zielführend ist. Andererseits dürfen Cybercars zu keiner Zeit andere Menschen gefährden. Sollten andere Verkehrsteilnehmer versuchen, diese Defensivität auszunutzen indem sie beispielsweise Cybercars die Vorfahrt nähmen, müsste es dennoch halten. Im Moment muss darauf vertraut werden, dass die Verkehrsteilnehmer diesen Fahrstil nicht ausnutzen. Anzeichen, dass die Probanden gewillt

sind Cybercars auszunutzen, gab es während des Interviews nicht. Außerdem darf das Cybercar wie andere Fahrzeuge auch bei Regelverstößen eine Hupe als Warnsignal geben, um ein solches Verhalten zu bestrafen.

Durch jüngere Ereignisse wie die NSA-Affäre, rückt das Thema Datenschutz wieder in den Fokus des Interesses (Diersch, 2014). Auch die Probanden nannten in dieser Hinsicht Bedenken. Die Betreiber eines nutzerfreundlichen Cybercars sollten Daten über die Passagiere oder die Fahrstrecken deswegen nicht an Dritte weitergeben. Neben der Datensicherheit ist ein wesentlicher Punkt, der den Probanden zu denken gibt, die eigene Sicherheit. Das menschliche Bedürfnis nach Sicherheit ist existenziell, besonders wenn es um Körper und Leib geht (Geyer, 2006). Cybercars dürften nicht im Straßenverkehr eingesetzt werden, wenn sie nicht vollkommen sicher wären, trotzdem fehlt manchen Probanden das Vertrauen in die Technik. Hinzu kommt, dass man sich als Passagier durch fehlende Eingriffsmöglichkeiten komplett der Kontrolle des Cybercars unterwirft. Als Passagier in einem Bus, einer Bahn oder einem Flugzeug gibt man jedoch auch die Kontrolle an eine völlig fremde Person ab. Das Vertrauen in die Technik kann durch Erfahrung gestärkt werden, da der Passagier dann lernt, dass das System verlässlich arbeitet (Merrit & Ilgen, 2008). Deswegen ist es wichtig, die Menschen durch europaweiten Showcases und Demonstrationen zu informieren und ihnen die Möglichkeit zu geben, Cybercars auszuprobieren, um Hemmungen abzubauen und Akzeptanz zu fördern. Eine weitere Möglichkeit, die wieder im Zusammenhang mit dem Interface steht, ist die kontinuierliche Darbietung von Informationen für die Passagiere. Eine Studie von Verberne, Ham und Midden (2012) zeigt, dass intelligente Systeme für vertrauenswürdiger und akzeptabler gehalten werden, wenn sie Informationen über ihr Handeln liefern. Neben dem Remote-Control-Center könnte für das Eintreten eines Systemausfalls eine Art Notbremse, ähnlich wie im Schienenverkehr (Geyer, 2006), oder ein Knopf über den ein Notrufsignal abgesetzt werden kann implementiert werden, um den Passagieren zusätzliche Sicherheit zu geben.

### *5.1.3 Wo und in welchen Situationen sind Cybercars nützlich?*

Entscheidend für die Nützlichkeit sind die Orte, an denen die Cybercars zur Verfügung gestellt werden. Bei Fahrzeugen mit hochautomatisierten Fahrerassistenzsystemen wurde festgestellt, dass die Akzeptanz kontextabhängig ist (Payre et al., 2014). Eine kontextuale Abhängigkeit der Akzeptanz liegt auch bei Cybercars nahe. Nach Ansicht der Probanden (92.9%) ist der ideale Ort für Cybercars die Stadt. Der zunehmende Verkehr in Städten und Ballungsräumen stellt eine Herausforderung dar, die

mit Überlastung des Verkehrsnetzes, Umweltbelastung durch Emission und Lärm und dem Flächenverbrauch durch Verkehrsinfrastruktur verbunden ist (Schellhase, 2000). Cybercars vereinen die Vorteile eines Individualfahrzeuges und der öffentlichen Verkehrsmittel ohne die entsprechenden Nachteile. Durch den Elektroantrieb sind Cybercars umweltfreundlich und leise, sie brauchen im Gegensatz zu S- oder U-Bahn keine besondere Infrastruktur und verbrauchen keinen Raum durch Parkplätze (Bouraoui et al., 2011; Parent & Gallais, 2002). Damit bieten Cybercars Lösungsansätze für die Problematiken im Stadtverkehr. Weiterhin nannten Probanden mit Betrieben, Unicampus und Freizeitparks Orte, die sehr weitläufig sein können. Cybercars können innerhalb dieser Gelände die Mobilität erhöhen. Wenn eine Universität bspw. keinen zentralen Campus besitzt und die öffentliche Verkehrsbindung zwischen zwei Standorten schlecht ist, können die Studenten Cybercars nutzen, um pünktlich zur nächsten Vorlesung zu gelangen.

In Bezug auf die Orte Flughafen und Bahnhof verbinden die Vpn die Cybercars gleich mit einer bestimmten Funktion. Cybercars fungieren hier als Shuttle, Zubringer oder Taxiersatz. Im Gegensatz zu Shuttlebussen sind Cybercars wieder flexibler hinsichtlich Fahrzeit und -strecke. Gerade wenn ein Anschlussflug erreicht werden muss, hierfür das Terminal gewechselt werden muss und das Flughafengelände unübersichtlich ist, kann ein Cybercar sehr praktisch sein. Als weitere Möglichkeit können Cybercars genutzt werden, um zum nächstgrößeren Verkehrsknotenpunkt zu gelangen und dort mit anderen Transportmitteln weiterzureisen. Es ist also ratsam Cybercars nicht unbedingt als alleiniges Transportmittel, sondern vor allem für Transferleistungen einzusetzen, da die kontextabhängige Akzeptanz hierfür sehr hoch zu sein scheint. Ein signifikanter Vorteil von Cybercars gegenüber dem Auto ist, dass man als Passagier weder fahrbefähigt noch fahrtüchtig sein muss. Die Vpn sagten, dass Cybercars sehr nützlich wären, wenn man aufgrund von Alkoholkonsum oder hoher Müdigkeit kein Fahrzeug bedienen könne. Demzufolge sollten Cybercars in Situationen zur Verfügung gestellt werden, in denen Alkohol konsumiert wird, wie z.B. in der Nähe von Diskotheken, nach Fußballspielen oder großen Veranstaltungen. Damit könnte dem Fahren unter Alkoholeinfluss entgegengewirkt werden, was laut Statistischem Bundesamt (2013) im Jahr 2011 die siebthäufigste Unfallursache war. Damit in Zusammenhang steht, dass die Probanden Cybercars für nützlich halten, wenn keine öffentlichen Verkehrsmittel erreichbar sind. So ist es selbst in Städten oft nachts der Fall. Cybercars sind dann eine günstige Alternative zu Taxis. Eine weitere Funktion, die von den Probanden an Cybercars geschätzt wird, ist der Transport von



Waren, die man zuvor gekauft hat. Wie bereits erwähnt, stellt der Transport von Einkäufen im öffentlichen Verkehr eine Herausforderung dar, die durch den Einsatz von Cybercars erleichtert werden könnte.

Laut TAM kann die Akzeptanz sozial beeinflusst werden (King & He, 2006). Diese Annahme wird durch die Aussagen der Probanden gestützt. Sie geben an, dass sie durch die Nutzung von Cybercars seitens Freunde und Familie dahingehend beeinflusst würden, dass sie offener und interessierter an einer Verwendung dieses Transportmittels wären. Dieser Einfluss könnte auch bei der Integrierung älterer Personen genutzt werden, da diese den Zugang zu neuer Technik meist durch jüngere Personen erhalten (Jakobs et al., 2008).

## *5.2 Erwartungen an die Interaktion*

Gleichermaßen wichtig wie die Akzeptanz und Nutzung von Cybercars sind auch die Erwartungen an die Interaktion. Die Probanden erwarten diesbezüglich von Cybercars genauso regelkonformes und verkehrsgerechtes Verhalten wie von anderen Verkehrsteilnehmern. Dementsprechend erwarten sie, dass Cybercars an entsprechenden Stellen wie Ampeln oder Zebrastreifen halten, die Vorfahrt gewähren und die eigene Vorfahrt wahrnehmen. Darüber hinaus erwarten die Vpn, dass Cybercars zu keiner Zeit die Gesundheit einer Person zu gefährden. Dies ist in Situation 7 zu erkennen, in der alle Probanden damit rechnen, dass das Cybercar rechtzeitig anhalten kann, obwohl der Fußgänger unerwartet auf die Straße tritt.

Ein besonders defensives Fahrverhalten erwarten die Probanden nicht. Eher noch würden sie einen stark defensiven Fahrstil bemängeln. Genauso wie es das Recht auf Vorfahrt gibt, gibt es auch die Pflicht die Vorfahrt wahrzunehmen, da der Straßenverkehr nur so funktionieren kann. Die Probanden insistieren deshalb nicht auf bestimmte Höflichkeiten seitens des Cybercars. Falls andere Verkehrsteilnehmer die Vorfahrtsrechte des Cybercars verletzen sollten (s. Situation 7), muss das Cybercar dies nicht tolerieren und kann ein Warnsignal geben. Eine Ausnahme bilden Fußgängerzonen. Wenn Cybercars in Fußgängerzonen fahren dürfen, müssen sie das Vorrecht des Fußgängers respektieren und besondere Rücksicht auf diesen nehmen. Dies ist daran zu ersehen, dass die Mehrheit der Vpn in Situation 3 erwartet, dass das Cybercar beim Halten in der Fußgängerzone solange stehen bleibt, bis sie daran vorbeigelaufen sind. Dieses Vorrecht müssen aber auch andere Verkehrsteilnehmer in Fußgängerzonen, wie z.B. Lieferanten, achten.

In Bezug auf die Sicherheitsabstände zur Seite und auch nach Vorne, geben die Probanden an, dass ihnen normalen Abstände ausreichen würden (s. Situation 4). In

Anbetracht schnellerer Reaktionszeiten sind Cybercars in der Lage kürzere Sicherheitsabstände zu halten (Arnold, 2004). In weiteren Studien ist deshalb zu untersuchen, ob Cybercars nur auf separaten Spuren mit kleineren Sicherheitsabständen fahren dürfen, da die anderen Verkehrsteilnehmer im gemeinsamen Verkehr auf größere Abstände bestehen. Weiterhin sollte untersucht werden, inwiefern andere Verkehrsteilnehmer durch die kürzeren Abstände beeinflusst werden. Vielleicht lassen sie sich durch die kleineren Abstände der Cybercars dazu verleiten, ebenfalls dichter aufzufahren.

Mit wenigen Ausnahmen (s. Situation 6) erklären die Probanden, dass sie sich Cybercars gegenüber normal verhalten würden. Sie achten deren Vorfahrt (s. Situation 9) und überqueren grüne Ampeln oder Zebrastreifen (s. Situation 5,6). Zusätzlich beschreiben die Probanden jedoch häufig ein Beobachten bezüglich des Annäherungsverhaltens von Cybercars. Sie wollen sich damit versichern, dass das Cybercar auch wirklich stehen bleibt. Daraus könnte sich eine gewisse Vorsicht bzw. Skepsis gegenüber Cybercars ableiten lassen. Andererseits ist unsicher, ob sich dieses Verhalten nicht auch gegenüber anderen Fahrzeugen zeigt. Eine genauere Untersuchung in weiteren Studien ist deswegen ratsam.

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass Cybercars keinen Sonderstatus im Straßenverkehr der Zukunft innehätten. Die Probanden sind der Ansicht, dass Cybercars sich im normalen Straßenverkehr genauso wie andere Verkehrsteilnehmer zu verhalten haben. Diese Annahme sollte in weiteren Studien, vor allem aber in Feldversuchen, überprüft werden.

### *5.3 Erwartungen an die Kommunikation*

Ein mit der Interaktion zusammenhängender wichtiger Punkt ist die Kommunikation zwischen Cybercars und anderen Verkehrsteilnehmern. Die Frage, ob sich die Probanden in Zuge der Kommunikation mit Cybercars zusätzliche Informationen wünschen, lässt sich anhand der Ergebnisse dieser Studie nicht eindeutig beantworten. Wie die Ergebnisse im Mittel zeigen, ist die Meinung der Probanden darüber gespalten. 52.9% wünschen sich im gemeinsamen Straßenverkehr zusätzliche Informationen, die andere Hälfte benötigt keine Informationen. Auffällig ist jedoch, dass in bestimmten Situationen (6 und 8) sehr häufig Informationen gefordert werden. Daraus ließe sich ableiten, dass so wenig Information wie möglich, so viele wie nötig dargeboten werden sollten, und zwar nur in bestimmten Situationen. Die beiden Situationen, in denen häufig Informationen gewünscht werden, sind durch eine gewisse Unsicherheit der Probanden gekennzeichnet. Zwar sind sie aus

verkehrsrechtlicher Sicht eindeutig geregelt, doch die Probanden berichten, dass sie schon die Erfahrung gemacht haben, dass Autos an Zebrastreifen oder Radwegen nicht hielten. Im Falle eines solchen Missachtens ist die Unfall- und Verletzungsgefahr für einen Fußgänger oder Radfahrer sehr hoch, weshalb sie eher dazu neigen nicht auf ihr Recht zu bestehen. Hinzu kommt, dass es in einem Cybercar keinen Fahrer gibt, der durch Blickkontakt oder Gestik signalisieren kann, dass er den Fußgänger oder Radfahrer gewähren lässt. Durch zusätzliche Informationen vom Cybercar könnten die anderen Verkehrsteilnehmer sich versichern, dass das Cybercar sie gesehen hat und anhält. Beides würden die Informationen *Cybercar hält an* oder *Fußgänger bzw. Radfahrer erkannt* vermitteln. Um anzuzeigen, dass das Cybercar anhält, wurden von den Probanden verschiedene Möglichkeiten der Visualisierung genannt, wie ein Symbol, ein Bremslicht an der Vorderseite, die Markierung einer Haltelinie oder ein Ampelsystem. Anhand des Ampelsystems wird die Schwierigkeit der Vermittlung einer eindeutigen Information deutlich. So würde ein grünes Licht für manche Probanden bedeuten, dass das Cybercar hält und für andere, dass es fährt. Eine verkehrte Interpretation kann in manchen Situationen zu gefährlichen Konsequenzen führen. Dass Cybercars einen Verkehrsteilnehmer erkannt haben, kann durch einen Schriftzug, ein Symbol des wahrgenommenen Objekts oder über andere Anzeigen (z.B. einen Daumen hoch) verdeutlicht werden.

Weiterhin wurde manchmal gewünscht, dass das Cybercar über Information anzeigt, dass es losfahren will. Diese Information könnte wieder über das Ampelsystem, über diverse andere Lichter (blinkend, farbig) oder über eine Kopplung von Ton und Anzeige vermittelt werden. In Bezug auf Warnungen favorisierten die Probanden akustische Signale. In der Fußgängerzone sollte das Signal weniger intensiv als eine Hupe sein, beispielsweise in Form eines Klingelns. Schließlich sollen andere Fußgänger oder Gäste in Cafés, Restaurants etc. nicht durch eine penetrante Geräuschkulisse belästigt werden. Das Cybercar kann außerdem einen Fußgänger auf das Verlassen seiner Spur hinweisen. Diese Warnung kommt dennoch eher einer Bitte gleich, da der Fußgänger in der Fußgängerzone vorrangberechtigt ist. Eine „normale“ Warnung sollte dann auch in Form einer konventionellen Hupe erfolgen.

Die vielen unterschiedlichen Darstellungsmethoden zur Vermittlung einer Information deuten auch eine gewisse Problematik an. Ein farbiges Lichtsignal kann fehlinterpretiert werden, ein Schriftzug ist unverständlich für Personen, die nicht lesen können oder Touristen, die diese Sprache nicht beherrschen. Ein Cybercar kann anzeigen, dass es eine Person erkannt hat. Aber was ist, wenn sich mehrere Personen in der näheren

Umgebung befinden, wer weiß dann, dass er erkannt wurde und wer nicht? In Bezug auf Mensch-Roboter-Interaktion wurde bereits erwähnt, dass man die Menschen zur Verbesserung der Interaktion entweder im Umgang schulen kann oder die Roboter den Bedürfnissen der Menschen anpasst (Rogers, 2004). Die zusätzliche Vermittlung von Informationen würde zwar einer Anpassung der Cybercars an den Menschen gleichkommen, fordert wiederum aber auch eine gewisse Schulung, da die Informationen sonst nicht für alle Menschen verständlich sein können.

Meiner Ansicht nach sollte daher bei Cybercars auf die zusätzliche Vermittlung von Informationen verzichtet werden. Eine Schulung sämtlicher Verkehrsteilnehmer zum Thema *Informationslieferung bei Cybercars* würde sich schwierig gestalten. Überregionale oder ausländische Verkehrsteilnehmer wären damit außerdem nicht erreichbar. Lichtsignale und Töne könnten dazu führen, dass andere Verkehrsteilnehmer irritiert oder abgelenkt werden, was wiederum das allgemeine Unfallrisiko erhöht. Das StVR ist deswegen bezüglich solcher Signale eindeutig geregelt. Zusätzliche Lichtsignale und Töne sind Einsatz- und Rettungsfahrzeugen vorbehalten (Janker, 2015). Für die Gestaltung eines idealen Cybercars hinsichtlich der Interaktion ist nicht zwingend das Anzeigen neuer Informationen nötig, die Intentionen des Cybercars lassen sich auch durch Methoden verdeutlichen, die Autos sich zunutze machen. In Anbetracht der Tatsache, dass das Annäherungsverhalten von Cybercars für die Probanden eine gewisse Schwierigkeit mit sich bringt, sollte in weiteren Studien untersucht werden, ob das mit der „Neuerung“ Cybercar zusammenhängt und sich mit der Erfahrung legt oder bestehen bleibt. Des Weiteren könnte auch durch die Art des Brems- und Annäherungsverhalten verdeutlicht werden, wie sich ein Cybercar verhält. Dementsprechend sollte es bei einem Bremsvorgang allmählich verzögern und nicht abrupt abbremsen. Für die Fahrtrichtung könnte das Profil von Cybercars dahingehend gestaltet sein, dass es die Vorderseite erkennen lässt. Wenn das Cybercar anfahren möchte und vorher länger stand, sei das in Fußgängerzonen oder in einer Parklücke, könnte das auch durch Anschalten des Tagfahrlichts demonstriert werden.

#### *5.4 Konklusion und Ausblick*

Insgesamt sind die Ergebnisse der Studie mit Vorsicht zu betrachten, weil es einige Einschränkungen gibt. Da es sich bei dem Versuch um eine Befragung und kein Experiment handelt, ist mit einer gewissen Diskrepanz zwischen erwartetem und tatsächlichem Verhalten zu rechnen (Reinecke, 1991). Die offene Fragegestaltung hatte zwar den Vorteil, dass die Probanden ausführlich und uneingeschränkt antworten konnten. Sie konnte

wiederum aber auch dazu führen, dass den Probanden zu gewissen Themen nichts eingefallen ist, obwohl sie eine Meinung dazu gehabt hätten. Diesem Problem konnte durch das Prompten während des Interviews einigermaßen entgegengewirkt werden. In nachfolgenden Studien könnten mithilfe der Ergebnisse dieser Studie Antwortkategorien festgelegt werden. Dies ermöglicht auch die Daten in Form eines Fragebogens zu erheben, was einen Einfluss des Interviewers eliminieren würde. Ein Fragebogen würde erlauben, die Antworten mithilfe einer Skala zu gewichten. Weiterhin wären die Antworten vergleichbarer, da das Kategorisieren der Antworten trotz Kodierleitfaden mit einer gewissen Subjektivität verbunden ist. Es empfiehlt sich nicht weitere Studien mit dieser Methode durchzuführen. Das Interview mit offener Fragestellung eignet sich, um einen Überblick über ein unbekanntes Thema zu erhalten. Dieser Überblick konnte durch diese Studie gegeben werden, darüber hinaus ließen sich Orientierungsrichtungen für nachfolgende Studien ableiten. Die Stichprobe war mit  $N=14$  sehr klein. In weiteren Studien sollten daher mehr Probanden akquiriert werden, um eine größere Altersspanne abdecken zu können und verlässlichere Ergebnisse zu erzielen.

Das TAM ist ein verlässliches Modell zur Vorhersage der Akzeptanz (King & He, 2006). Mit den Ergebnissen dieser Studie lassen sich daher erste Richtlinien für die Gestaltung von Cybercars bezüglich Nützlichkeit und Nutzerfreundlichkeit aufstellen, die dabei helfen können ein akzeptiertes und erfolgreiches CTS zu implementieren. Die Interaktion zwischen Cybercar, Fußgängern und Radfahrern sollte in weiteren Experimenten untersucht werden. Anhaltspunkte, dass es schwerwiegende Veränderungen oder Probleme in der Interaktion gibt, ließen sich in dieser Interviewstudie nicht finden. Der Wunsch einer zusätzlichen Informationslieferung ist unter den Probanden vorhanden, in der Umsetzung aber sehr schwierig. Analog zur Automation haben Cybercars das Ziel, das Leben der Menschen zu erleichtern (Lee et al., 2014). Eine zusätzliche Regeleinführung zur Interpretation von Signalen würde es eher verkomplizieren. Sobald Cybercars, aber auch andere autonome Fahrzeuge, am normalen Straßenverkehr teilnehmen, sollten sie in der Lage sein in diesem ohne große Sonderregelungen und Aufsehen zu bestehen.

Meiner Meinung nach sind Cybercars ein vielversprechender Ansatz, der aufgrund seiner vielen Vorteile das Potential hat den Straßenverkehr bedeutend zu verbessern. Auch wenn Autohersteller die Serienreife von autonomen Fahrzeugen bereits ankündigen (Winner & Weitzel, 2012) und Demonstrationen von Cybercars bereits liefen und auch weiterhin geplant sind (Europäische Union, 2013), ist es schwer abzuschätzen, wann sich das

autonome Fahren durchsetzt. Bis eine Familie in einem Cybercar oder ihrem eigenen autonomen Fahrzeug um einen Tisch sitzen, spielen oder essen kann und dabei auf einer Autobahn große Strecken zurücklegt, ist durchaus noch Forschungsarbeit, wirtschaftlicher und sozialer Fortschritt nötig. Meldungen über ein autonomes „Roboterauto“ des Google-Konzerns (Author, 2014) und das Bestreben der Europäischen Union durch das CityMobil2 Projekt (Europäische Union, 2013) zeigen jedoch, dass diese Forschungsarbeit geleistet wird und daran gearbeitet wird, autonomes Fahren wirtschaftlich zu finanzieren und gesellschaftlich zu etablieren.

## 6 Literaturverzeichnis

- Arnold, M. (2004). *Intelligente Transportsysteme*. Unveröffentlichte Hausarbeit, Universität Ulm.
- Author (2014, 30. Mai). Google baut eigenes Roboterauto. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, S. 23.
- Bainbridge, L. (1983). Ironies of automation. *Automatica*, 19 (6), 775-779.
- Balzer, D. (2011). Automatisierung – Fluch oder Segen [Sitzungsbericht *Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin*, 112, 153-160].
- Berger, C. & Rumpe, B. (2008). Autonomes Fahren - Erkenntnisse aus der DARPA Urban Challenge. *Information Technology*, 50, 258-264.
- Bouraoui, L., Boussard, C., Charlot, F., Holguin, C., Nashaschibi, F., Parent, M. & Resende, P. (2011, June). *An On-demand Personal Automated Transport System: The City Mobil Demonstration in La Rochelle*. Paper presented at the IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Baden-Baden, Germany.
- Dickmanns, E.D. (2005). Vision: Von Assistenz zum Autonomen Fahren. In M. Maurer & C. Stiller (Hrsg.), *Fahrerassistenzsysteme mit maschineller Wahrnehmung* (S. 203-237). Berlin: Springer.
- Diersch, V. (2014). Ein Bericht über den Cyber Security Summit 2013 der Münchner Sicherheitskonferenz und der Deutschen Telekom in Bonn. *Zeitschrift für Außen- und Sicherheitspolitik*, 7 (1), 67-73.
- Dudenhöffer, K. (2013). Why electric vehicles failed. *Journal of Management Control*, 24, 95-124.
- Echterhoff, G., Böhner, G. & Siebler, F. (2006). „Social Robotics“ und Mensch-Maschine-Interaktion. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 37 (4), 219-231.
- Endsley, M.R. (1995). Measurement of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37, 65-84.
- Europäische Union. (2013). *CityMobil2 – DEMONSTRATING AUTOMATED TRANSPORT SYSTEMS IN REAL-LIFE URBAN ENVIRONMENTS ACROSS EUROPE – UNDERSTANDING AND PROMOTING CITIZENS ACCEPTANCE OF NEW TRANSPORT SYSTEMS* [Broschüre]. Nicht angegeben: Nicht angegeben.
- Forgas, J.P. (1999). *Soziale Interaktion und Kommunikation: Eine Einführung in die Sozialpsychologie* (4. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Gassner, T.M., Arzt, C., Ayoubi, M., Bartels, A., Bürkle, L., Eier, J., Flemisch, F., Häcker, D., Hesse, T., Huber, W., Lotz, C., Maurer, M., Ruth-Schumacher, S., Schwarz, J. & Vogt, W. (2012). *Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung* (F 83). Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.

- Geyer, H. (2006). Sicherheit von Schienenfahrzeugen aus technischer Perspektive. *Elektrotechnik und Informationstechnik*, 123 (9), 388-195.
- Gorris, T., de Kievit, M., Solar, A., Katgerman, J. & Bekhor, S. (2012). *Towards advanced transport for the urban environment* (CityMobil, D5.4.1). Nicht angegeben: Europäische Kommission.
- Hahn, S. (1996, September). *Automation of Driving Functions – Future Developments, Benefits and Pitfalls*. Paper presented at the IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Tokyo, Japan.
- Hellström, T. (2009). New vistas for technology and risk assessment? The OECD Programme on Emerging Systemic Risks and beyond. *Technology in Society*, 31, 325-331.
- Hoc, J.-M. (2001). Towards a cognitive approach to human machine cooperation in dynamic situations. *International Journal of Human-Computer Studies*, 54, 509-540.
- Hoc, J.-M. (2000). From human-machine interaction to human-machine cooperation. *Ergonomics*, 43 (7), 833-843.
- Inria (Producer). (2009). Inria - Les Cybercars et la ville du futur [Marketing Video]. Zugriff am 15.12.2013 <http://www.youtube.com/watch?v=DLaeR6wwDag>
- Jakobs, E.-M., Lehnen, K. & Ziefle, M. (2008). *Alter und Technik*. Aachen: Apprimus.
- Janker, H. (Hrsg.). (2014). *Straßenverkehrsrecht* (52. Aufl.). München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Kammel, S. (2012). Autonomes Fahren. In H. Winner, S. Hakuli & G. Wolf (Hrsg.), *Handbuch Fahrerassistenzsysteme* (S. 651-657). Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Karwowski, W. (2005). Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. *Ergonomics*, 48 (5), 436-463.
- Kiesler, S. & Hinds, P. (2004). Human-Robot Interaction [Themenheft]. *Human-Computer Interaction*, 19 (1, 2).
- King, W.R. & He, J. (2006). A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information and Management*, 43, 740-755.
- Kosuge, K. & Hirata, Y. (2004, August). *Human-Robot Interaction*. Paper presented at the IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, Shenyang, China.
- Lee, Y., Kozar, K.A. & Larsen, K.R. (2003). The Technology Acceptance Model: Past, Present and Future. *Communications of the Association for the Information Systems*, 12 (1), 752-780.



- Lee, S.M., Kim, J.H. & Seong, P.H. (2014). Optimization of automation: I. Estimation method of cognitive automation rates reflecting the effects of automation on human operators in nuclear power plants. *Annals of Nuclear Energy*, 70, 48-55.
- Lloyd's of London. (2014). *AUTONOMOUS VEHICLES* [Broschüre]. London, England: G. Yeomans.
- Merat, N. & Jamson, A.H. (2009, June). *HOW DO DRIVERS BEHAVE IN A HIGHLY AUTOMATED CAR?*. Paper presented at the 5<sup>th</sup> International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design, Big Sky, MT.
- Merrit, S.M. & Ilgen, D.R. (2008). Not All Trust Is Created Equal: Dispositional and History-Based Trust in Human-Automation Interaction. *Human Factors* 50 (2), 194-210.
- Mishler, E.G. (1986). *Research Interviewing: context and narrative*. Cambridge: Harvard University Press.
- Norman, D.A. (1984). Stages and levels in human-machine interaction. *International Journal of Man-Machine Studies*, 21, 365-375.
- Oliva Alonso, J.A., Weihrauch, C. & Bertram, T. (2014, February). *Modellgestützte Prädiktion der Reichweite für Elektrofahrzeuge*. Paper presented at the Automotive meets Electronics, Dortmund, Germany.
- Parasuraman, R. & Riley, V. (1997). Humans and Automation: Use, Misuse, Disuse, Abuse. *Human Factors*, 39 (2), 230-153.
- Parasuraman, R., Sheridan, T.B., & Wickens, C.D. (2000). A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans*, 30 (3), 286-297.
- Parent, M. & Gallais, G. (2002, September). *Intelligent Transportation in Cities with CTS*. Paper presented at the IEEE 5<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Transportation Systems, Singapore.
- Parent, M. & de la Fortelle, A. (2005, November). *Cybercars: Past, Present and Future of the Technology*. Paper presented at the ITS World Congress, San Francisco, CA.
- Payre, W., Cestac, J. & Delhomme, P. (2014, in press). Intention to use a fully automated car: Attitudes and a priori acceptability. *Transportation Research Part F*. Zugriff am 20.05.2014 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369847814000473#>
- Radtke, G. (1974). Günter Radtkes „Illustrierte Weltgeschichte“. In R. Gööck (Hrsg.), *Zukunft – Das Bild von Morgen* (S. Nicht angegeben.). Gütersloh: Bertelsmann. Zugriff am 28.05.2014 [http://qnanwho.c.blog.sonet.ne.jp/\\_images/blog/\\_ddd/qnanwho/21-fbaab.jpg?c=a16](http://qnanwho.c.blog.sonet.ne.jp/_images/blog/_ddd/qnanwho/21-fbaab.jpg?c=a16)

- Rauch, N., Kaussner, A., Krüger, H.-P., Boverie, S. & Flemisch, F. (2009, September). *The importance of driver state assessment within highly automated vehicles*. Paper presented at the ITS World Congress, Stockholm, Sweden.
- Reinecke, J. (1991). Intervieweffekte und soziale Erwünschtheit: Theorie, Modelle und empirische Ergebnisse. *Journal für Sozialforschung*, 31 (3), 293-320.
- Rogers, E. (2004). HUMAN-ROBOT INTERACTION. In W.S. Bainbridge (Hrsg.), *Berkshire Encyclopedia of Human-Computer Interaction* (S. 328-332). Great Barrington: Berkshire.
- Sadigh, D., Driggs-Campbell, K., Bajcsy, R., Sastry, S.S. & Seshia, S.A. (2014, April). *User interface design and verification for semi-autonomous driving*. Paper presented at the 3rd international conference on High confidence networked systems, Berlin, Germany.
- Schellhase, R. (Hrsg.). (2000). *Mobilitätsverhalten im Stadtverkehr*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Statistisches Bundesamt. (2013). *Verkehr auf einen Blick* [Broschüre]. Wiesbaden: Author.
- Stiller, C. (2005). Fahrerassistenzsysteme – Von realisierten Funktionen zum vernetzt wahrnehmenden, selbstorganisierendem Verkehr. In M. Maurer & C. Stiller (Hrsg.), *Fahrerassistenzsysteme mit maschineller Wahrnehmung* (S. 1-20). Berlin: Springer.
- Tenney, Y.J. & Pew, R.W. (2006). Situation Awareness Catches on: What? So What? Now What?. *Reviews of Human Factors and Ergonomics*, 2 (1), 1-34.
- Tiemann, M. (2003). *Qualitative Datenanalyse*. Unpublished Paper. Zugriff am 03.03.2014 [http://www.mtiemann.de/docs/Qualitative\\_Datenanalyse.pdf](http://www.mtiemann.de/docs/Qualitative_Datenanalyse.pdf)
- Toffetti, A., Wilschut, E.S., Martens, M.H., Schieben, A., Rambaldini, A., Merat, N. & Flemisch, F. (2009). Human Factor Issues Regarding Highly Automated Vehicles on eLane. *Transportation Research Record*, 2110, 1-9.
- Verberne, F.M., Ham, J. & Midden, C.J. (2012). Trust in Smart Systems: Sharing Driving Goals and Giving Information to Increase Trustworthiness and Acceptability of Smart Systems in Cars. *Human Factors*, 54 (5), 799-810.
- Wilhelm, D.B., Strahinger, S. & Smolnik, S. (2012, February). *Die Nutzungsintention als Prädiktor der realen Systemnutzung: eine quantitative Analyse*. Paper presented at the Multiconference Wirtschaftsinformatik, Braunschweig, Germany.
- Winner, H., Hakuli, S. & Wolf, G. (Hrsg.). (2012). *Handbuch Fahrerassistenzsysteme*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Winner, H. & Weitzel, A. (2012). Quo vadis, FAS?. In H. Winner, S. Hakuli & G. Wolf (Hrsg.), *Handbuch Fahrerassistenzsysteme* (S. 658-667). Wiesbaden: Vieweg+Teubner.

## 7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Die Vorstellung von Autos in der Zukunft in den 70ern (Günter Radtke). ....	6
Abbildung 2 Cybercars des Herstellers Inria. ....	10
Abbildung 3 Vorteile von Cybercars.....	11
Abbildung 4 Informationsfluss eines autonomen Fahrzeugs nach Kammel (2012). ....	13
Abbildung 5 Ziele des CityMobil2 Projekts nach EU (2013). ....	16
Abbildung 6 Erweitertes Technologie Akzeptanz Modell nach King & He (2006). ....	17
Abbildung 7 Ablauf des Interviews im Situationsabschnitt.....	23
Abbildung 8 Situation 3, stehendes Cybercar passieren. ....	24
Abbildung 9 Situation 4, in Cybercarspur einordnen.....	24
Abbildung 10 Situation 5, Straße an einer Ampel überqueren.....	25
Abbildung 11 Situation 6, Straße an einem Zebrastreifen überqueren. ....	25
Abbildung 12 Situation 7, Straße ohne Überweg überqueren.....	25
Abbildung 13 Situation 8, Fahrradweg kreuzt Straße. ....	26
Abbildung 14 Situation 9, rechts vor links.....	26
Abbildung 15 Anordnung der Räumlichkeiten. ....	27
Abbildung 16 Mögliche Nutzergruppen von Cybercars und deren prozentuale Nennung. ...	29
Abbildung 17 Nutzungsbereitschaft der Probanden.....	29
Abbildung 18 Anteile der Probanden, die sich eine zusätzliche Informationsvermittlung wünschen. ....	36


## 8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 <i>Übersicht über die Situation in Abhängigkeit von der Straßenkategorie und des Verkehrsteilnehmers .....</i>	21
Tabelle 2 <i>Faktoren, die Nutzungsbereitschaft positiv und negativ beeinflussen können .....</i>	30

## Anhang

A	Verpflichtungserklärung
B	Einverständniserklärung
C	Beleg über Probandenentschädigung
D	Probandenbewertung
E	Demographischer Fragebogen
F	Interviewleitfaden
G	Informationen einzeichnen
H	Kodierleitfaden
I	Ergebnisse insgesamt
J	Weiterführende Berechnungen der Ergebnisse
K	Antworten Interview
L	Daten Stichprobe
K	Erklärung über die selbstständige Verfassung und Veröffentlichungsrecht

## A Verpflichtungserklärung

	Institut für Verkehrssystemtechnik	<b>Verpflichtungserklärung</b>	
---	---------------------------------------	--------------------------------	--

### Verpflichtungserklärung

Mir wurde heute bekannt gemacht, dass ich im Rahmen meiner Arbeit, meiner Probandentätigkeit oder meines Besuches im DLR über alle mir zur Kenntnis gelangenden Informationen über das DLR, über Kundenaufträge oder wissenschaftliche Projekte, unabhängig von ihrer Darstellungsform<sup>1</sup>, Stillschweigen zu bewahren habe.

Über Art und Umfang der Schweigepflicht wurde ich umfassend informiert.

Mir ist bekannt, dass ein Verstoß hiergegen straf- und/oder zivilrechtliche Konsequenzen haben kann.


Name, Vorname: \_\_\_\_\_

38108 Braunschweig, den \_\_\_\_\_  
(Datum) (Unterschrift)

<sup>1</sup> Dazu zählen z.B. Schriftstücke, Zeichnungen, Karten, Fotokopien, Lichtbildmaterial, elektronische Datenträger, elektrische Signale, Geräte, technische Einrichtungen oder das gesprochene Wort.

## B Einverständniserklärung



	Institut für Verkehrssystemtechnik	<i><b>Einverständniserklärung</b></i>	
---	---------------------------------------	---------------------------------------	--

Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Ich erkläre, dass ich die Probandeninformation zur wissenschaftlichen Untersuchung

**„Interview – CM2“**

und diese Einwilligungserklärung erhalten habe.

1. Ich wurde für mich ausreichend mündlich und schriftlich über die wissenschaftliche Untersuchung informiert. Ich erkläre, dass ich freiwillig an diesem Versuch im Labor teilnehme. Ich kann jederzeit und ohne, dass mir hieraus Nachteile entstehen, von dem Versuch zurücktreten.
2. Ich bin verpflichtet, mit dem Labor und den dazugehörigen Geräten sorgfältig umzugehen und den Anweisungen des Versuchsleiters Folge zu leisten.
3. Mir ist bekannt, dass die erhobenen Daten anonymisiert und in elektronischer Form gespeichert werden, so dass für externe Personen nicht zu erkennen ist, welcher Proband welche Daten geliefert hat. Die Daten können im Rahmen wissenschaftlicher Forschungsvorhaben ausgewertet werden. **Ich bin damit einverstanden, dass die im Rahmen der wissenschaftlichen Untersuchung über mich erhobenen Daten sowie meine sonstigen mit dieser Untersuchung zusammenhängenden personenbezogenen Daten aufgezeichnet und ausgewertet werden.**
4. Es werden weiterhin Videodaten aufgezeichnet, die ebenfalls ohne Namensbezug gespeichert und ausgewertet werden. Es kann sinnvoll sein, Auszüge dieser Videos zu wissenschaftlichen Anlässen zu zeigen, um Personen z.B. gegenüber schlechter Gestaltung von Technik zu sensibilisieren. Es ist bei diesen Aufnahmen nicht auszuschließen, dass Sie auf den Aufnahmen erkannt werden können.

O Ich bin mit dem Zeigen dieser Videos zu wissenschaftlichen Zwecken einverstanden.

O Ich bin mit dem Zeigen dieser Videos zu wissenschaftlichen Zwecken nicht einverstanden.

Ich habe diese Erklärung gelesen und verstanden.

38108 Braunschweig, den \_\_\_\_\_

(Datum)      (Unterschrift)

## C Beleg über Probandenentschädigung

# Probandenentschädigung



**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.**  
in der Helmholtz-Gemeinschaft  
**Institut für  
Verkehrssystemtechnik**

## Beleg für Probandenentschädigung

Hiermit bestätige ich, dass ich als Aufwandsentschädigung für die Teilnahme an dem Interview im Projekt „CM2“ in Höhe von

..... Euro

..... Euro

(in Worten)

erhalten habe.

Braunschweig, den .....

Braunschweig, den .....

Deutsches Zentrum

für Luft- und Raumfahrt e.V.

Versuchsleiter

Proband

.....

.....

## D Probandenbewertung



Institut für  
Verkehrssystemtechnik

## ***Probandenbewertung***

**VP-Name:** \_\_\_\_\_

**Versuchsreihe:** CM2

**Datum:** \_\_\_\_\_

**Versuchsbeginn:** \_\_\_\_\_

**VL:** Annika Ilgen

**Versuchsort:** IDeE Lab

### **Bewertung des Versuchs:**

Wurden die Instruktionen des VL eingehalten?

☐ ja

☐ nein

wenn nein, Kommentar:

---

Musste der Versuch abgebrochen werden?

☐ ja

☐ nein

Wenn ja, warum?

---

Interesse an weiteren Versuchen?

☐ ja

☐ nein

sonstige Anmerkungen

---

---

Unterschrift VL: \_\_\_\_\_

## E Demographischer Fragebogen

	Institut für Verkehrssystemtechnik	<b>Fragebogen</b>	
---	---------------------------------------	-------------------	--

Alter:	
Beruf/ Fachrichtung:	
Geschlecht:	<input type="checkbox"/> Männlich <input type="checkbox"/> Weiblich

Seit wann besitzen Sie Ihren Führerschein?	
--	--

Welche Fahrerlaubnisklassen besitzen Sie?	
<input type="checkbox"/> PKW	<input type="checkbox"/> LKW
<input type="checkbox"/> Motorrad	<input type="checkbox"/> Sonstige:

Wie oft fahren Sie derzeit mit dem Auto?
<input type="checkbox"/> sehr selten <input type="checkbox"/> 1-2 mal pro Woche <input type="checkbox"/> 3-5 mal pro Woche <input type="checkbox"/> täglich

Wie oft fahren Sie mit dem Fahrrad?
<input type="checkbox"/> sehr selten <input type="checkbox"/> 1-2 mal pro Woche <input type="checkbox"/> 3-5 mal pro Woche <input type="checkbox"/> täglich

Wie oft sind Sie als Fußgänger unterwegs?
<input type="checkbox"/> sehr selten <input type="checkbox"/> 1-2 mal pro Woche <input type="checkbox"/> 3-5 mal pro Woche <input type="checkbox"/> täglich

## F Interviewleitfaden



# Interview Leitfaden

## Begrüßung

---

Hallo Herr/Frau (Insert Name),  
mein Name ist Ilgen, ich bin hier am DLR als studentische Hilfskraft beschäftigt und  
schreibe im Rahmen dieser Studie auch meine Bachelorarbeit.

Vielen Dank schon mal im Voraus dafür, dass Sie die Zeit gefunden haben, an dieser  
Studie teilzunehmen.

Wir befinden uns hier übrigens im IDeE Lab, hier werden unter anderem auch Versuche für  
Fahrerassistenzsysteme durchgeführt (siehe Sitzkisten) oder Meetings abgehalten (siehe  
Whiteboards).

Ich möchte heute mit Ihnen ein Interview durchführen, das die Interaktion zwischen  
autonomen Fahrzeugen und anderen Verkehrsteilnehmern thematisiert. Die Gesamtlänge  
des Interviews beträgt ca. eine Stunde, diese kann natürlich in Abhängigkeit von Ihren  
Antworten variieren. Falls Sie sich nicht wohlfühlen sollten, steht es Ihnen jederzeit frei, das  
Interview abubrechen oder eine Pause einzulegen.

Ihren Aufwand entschädigen wir Ihnen mit 10 € pro Stunde.

Das Interview wird in Form eines Videos aufgezeichnet. Die Daten, die wir dabei erheben,  
werden selbstverständlich nur in anonymisierter Form ausgewertet. Wichtig ist, dass Sie  
Informationen, die Sie im Kontext des Interviews oder hier auf dem Gelände des DLR  
erhalten mit Verschwiegenheit behandeln.

→ „*Verpflichtungserklärung*“ austeilen und unterschreiben lassen

→ „*Einverständniserklärung*“ austeilen und unterschreiben lassen

Das Interview ist in drei Abschnitte unterteilt. In keinem dieser Abschnitte wird es richtige  
oder falsche Antworten geben. Es geht einzig und allein darum, welche Meinung Sie haben.  
Deshalb wäre es schön, wenn Sie einfach frei heraus sagen, was Ihnen zu der jeweiligen  
Frage einfällt.

Bevor wir mit dem Interview beginnen, würde ich Sie noch bitte, diesen kurzen  
demographischen Fragebogen auszufüllen.

→ „*Fragebogen*“ austeilen und ausfüllen lassen

Haben Sie bis jetzt irgendwelche Fragen?

Dann starte ich jetzt mit der Aufnahme.

## Abschnitt I: Allgemeine Informationen

---

**Frage 1** Haben Sie schon einmal etwas von sogenannten Cybercars gehört?

Prompten:

- Haben Sie eine Vorstellung, wie diese funktionieren könnten?
- Haben Sie schon einmal etwas von dem Google Car gehört?

Bei CyberCars handelt es sich um hochautomatisierte, autonome Fahrzeuge.

→ Bild „Google Car“

Das ist das Google Car, das ich vorhin erwähnt hatte. Es unterscheidet sich von der Optik kaum von normalen Fahrzeugen.

→ Bild „Elektromobil Ultra“

Am Flughafen Heathrow gibt es solche Cybercars, die zwischen dem Parkplatz und Terminal 5 pendeln.

Wir werden uns heute mit Cybercars beschäftigen, die im unteren Geschwindigkeitsbereich fahren und als öffentliches Verkehrsmittel eingesetzt werden. Die können beispielsweise so aussehen:

→ Bilder „Cybercar Inria“ und „Cybus Inria“

Damit Sie einen ersten Eindruck gewinnen, hier noch ein paar Infos zur Funktionsweise solcher Fahrzeuge.

→ Bild „Sensorik“

Über eine Antenne können GPS-Informationen, aber auch Informationen aus dem Internet, wie bspw. Karten oder Verkehrsmeldungen empfangen werden. Es werden mehrere Kameras eingesetzt, aber auch Radar- und Ultraschall-Sensoren, die eine Wahrnehmung auf verschiedenen Ebenen rund um das Fahrzeug herum ermöglichen.

Ich möchte Ihnen jetzt gerne noch ein kurzes Video zeigen, damit Sie sich vorstellen können, wie solcher Cybercars genutzt werden könnten.

→ Video „Inria“ (1:55-4:20)

Dann fahre ich jetzt mit den weiteren Fragen fort.

**Frage 2** Wer könnte solche Cybercars nutzen?

Prompten:

- Fallen Ihnen bestimmte Personengruppen ein, die von solchen Fahrzeugen profitieren würden?
- Alte Personen, müde Personen, ...

**Frage 3** Würden Sie solche Fahrzeuge nutzen?

**Frage 4** Was würde Sie dazu bewegen Cybercars zu nutzen?

Prompten:

- Was müssten diese Fahrzeuge können, damit Sie sie nutzen würden?

**Frage 5** Was würde Sie davon abhalten Cybercars zu nutzen?

Prompten:

- Kostenfaktor
- Zeitfaktor

**Frage 6** Was wären Ihre größten Bedenken beim Einsatz von Cybercars?

Prompten:

- Warum würden sie diese Fahrzeuge nicht nutzen?
- Gibt es etwas, das Ihnen gefährlich/fragwürdig erscheint?

**Frage 7** Wann wären Cybercars besonders nützlich?

Prompten:

- Gäbe es Situationen, in denen Sie sich ein solches Fahrzeug wünschen würden?
- Rush Hour, Nachts (als Frau), Verspätungen, schlechte Wetterbedingungen, Müdigkeit

**Frage 8** Wo wäre der Einsatz solcher Fahrzeuge am sinnvollsten?

Prompten:

- In welchen Gebieten? Ländlich, urban?
- An Orten, wo lange Wege zu Fuß zurückgelegt werden müssen? Flughäfen, Messen, Krankenhäuser, Shopping Center?

**Frage 9** Inwiefern würde es Sie beeinflussen, wenn Ihre Familie, Ihr Partner, Ihre Freunde oder Ihre Kollegen Cybercars nutzen würden?

## Abschnitt II: Situationen

---

In folgendem Abschnitt werde ich Ihnen verschiedene Situationen zeigen. Sie werden in diesen Situationen entweder als Fußgänger, Rad- oder Autofahrer mit einem Cybercar interagieren. Versuchen Sie, sich so gut wie möglich in die jeweilige Lage hineinzusetzen und dementsprechend zu reagieren.

### Ila) Dedicated Lanes

In den kommenden Situationen befindet sich das Cybercar auf einer separaten Spur. In Fußgängerzonen ist die Spur beispielsweise durch solche Plastikelemente gekennzeichnet.

→ Bild „Plastikelement – Bake“

Im normalen Verkehr befindet sich neben der üblichen Spur eine extra Cybercarspur, die auf beiden Seiten durch 1m hohe Pfosten/Poller begrenzt wird.

→ Bilder „Aufteilung Spuren“ und „Poller“

Stellen Sie sich bitte vor, Sie seien in einer Fußgängerzone unterwegs. Sie befinden sich auf einem großen Platz, ähnlich dem Kohlmarkt, über den eine Spur für die Cybercars verläuft.

### Situation 1: Fußgänger – Spurart überqueren

Sie sind das erste Mal in der Fußgängerzone, seitdem die Cybercars in Ihrer Stadt eingesetzt werden. Sie bemerken die separate Spur, die durch die Plastikelemente markiert wird.

→ Bilder „Kohlmarkt – durchgezogen“ und „Kohlmarkt – gestrichelt“

**Frage 10** Welche der beiden Spuren würden Sie eher überqueren?

Prompten:

- Warum?
- Würden Sie einen Überweg erwarten?

### **Situation 2: Fußgänger – Unaufmerksam**

Sie bummeln ein bisschen durch die Stadt, hören Musik und beschäftigen sich mit Ihrem Handy. Als Sie wieder hochschauen, befinden Sie sich mitten auf der Spur und ein Cybercar kommt auf Sie zu.

**Frage 11** Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhalten wird?

**Frage 12** Wie würden Sie sich (daraufhin) verhalten?

**Frage 13** Wie sollte die Situation im Idealfall verlaufen?

Prompten:

- Was könnte das Cybercar tun, damit solche Situationen zukünftig vermieden werden?

**Frage 14** Welche Arten einer Warnung könnten Sie sich in dieser Situation vorstellen?  
Wie sollte diese dargeboten werden?

Prompten:

- Welche Modalität würden Sie erwarten? Akustisch? Visuell?

**Frage 15** Was dürfte auf keinen Fall passieren?

Prompten:

- Was wäre keine angebrachte Warnungsstrategie?

### **Situation 3: Fußgänger – Stehendes Cybercar passieren**

Das Cybercar steht gerade. Vor und hinter ihm passieren andere Fußgänger die Spur. Sie möchten auch auf die andere Seite, um dort in eines der Geschäfte zu gehen.

→ Bild „Stehendes Cybercar, passierende Fußgänger“

**Frage 16** Was glauben Sie, wie sich das Cybercar verhalten wird, wenn Sie die Spur kurz nach den anderen Fußgängern überqueren?

Prompt:

- Würde Sie erwarten, dass es stehen bleibt und Ihnen Vorrang gewährt?

**Frage 17** Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?

Prompten:

- Sollte es Ihnen Informationen über den Fahrmodus mitteilen?

**Frage 18** Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Informationen am besten mitteilen?

Prompten:

- Was wäre eine angenehme Methode dafür?

**Frage 19** Welches Verhalten des Cybercars würden Sie sich wünschen? Wie würde die Situation im Idealfall verlaufen?

Die nächsten Situationen betrachten Sie nun bitte aus Sicht eines Radfahrers.

### **Situation 4: Radfahrer – In Cybercarspur einordnen**

Sie sind mit dem Rad unterwegs, um sich mit Freunden zum Essen zu treffen. Auf dem letzten Stück endet der Radweg und sie ordnen sich daher in die Cybercarspur ein, um mit diesen in einer Kolonne zu fahren.

→ Bild „Kolonne“

**Frage 20** Wie müssen sich die Cybercars verhalten, damit Sie sich sicher fühlen?

Prompten:

- Welche Informationen könnten sie Ihnen liefern?
- Wie könnten diese Informationen vermittelt werden?

**Frage 21** Welche Abstände sollten die Cybercars einhalten?

Prompten:

- Sollten die Cybercars bei ausreichendem Sicherheitsabstand überholen dürfen?

## **IIb) Gemeinsamer Verkehr**

In den nächsten Situationen fährt das Cybercar im normalen Straßenverkehr und teilt sich mit den anderen Fahrzeugen eine Spur. Sie werden wieder mit Situationen aus Sicht eines Fußgängers beginnen.

### **Situation 5: Fußgänger – Straße an einer Ampel überqueren**

Sie möchten an einer Fußgängerampel die Straße überqueren. Ihre Ampel springt gerade auf grün, als sich von links ein Cybercar nähert.

→ Bild „Ampel“

**Frage 22** Wie würden Sie sich verhalten?

**Frage 23** Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhält?

**Frage 24** Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?

**Frage 25** Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Informationen am besten mitteilen?

Prompten:

- Was wäre eine angenehme Methode dafür?
- Wie könnte eine Rückmeldung aussehen/ablaufen?

**Frage 26** Was würden Sie sich wünschen? Wie würde die Idealsituation verlaufen?

### **Situation 6: Fußgänger – Straße an einem Zebrastreifen überqueren**

Sie haben Feierabend und möchten mit dem Bus nach Hause fahren. Die Bushaltestelle liegt auf der gegenüberliegenden Straßenseite und Sie erkennen von weitem, dass ihr Bus dort bereits wartet. Sie möchten den Bus auf keinen Fall verpassen und beginnen zu laufen. Als Sie die Straße an einem Zebrastreifen überqueren möchten, bemerken Sie, dass es sich bei dem heranfahrenden Fahrzeug um ein Cybercar handelt.

→ Bild „Zebrastreifen“

**Frage 27** Wie würden Sie sich verhalten?

Prompten:

- Warum würden Sie nun vielleicht zögern den Zebrastreifen zu überqueren? (kein eindeutiges Lichtsignal für Cybercar)

**Frage 28** Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhält?

**Frage 29** Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?

**Frage 30** Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Informationen am besten mitteilen?

Prompten:

- Was wäre eine angenehme Methode dafür?
- Wie könnte eine Rückmeldung aussehen/ablaufen?

**Frage 31** Was würden Sie sich wünschen? Wie würde die Idealsituation verlaufen?

**Situation 7: Fußgänger – Straße ohne Überweg überqueren**

Sie befinden sich auf dem Weg zu einem Einkauf im Supermarkt. Auf der anderen Straßenseite erkennen Sie einen alten Bekannten, den Sie schon lange Zeit nicht mehr gesehen haben. Sie rufen, doch er hört Sie nicht. Sie wollen die vielbefahrene Straße überqueren, um den Bekannten noch zu „erwischen“. Sie entschließen sich eine kleine Lücke zwischen zwei Fahrzeugen zu nutzen, als Sie erkennen, dass es sich bei dem zweiten Fahrzeug um ein Cybercar handelt.

→ Bild „Straße überqueren“

**Frage 32** Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhalten wird, wenn Sie die Straße überqueren?

Prompten:

- Sollte das Cybercar Ihnen Vortritt gewähren und dieses auch anzeigen?
- Sollte das Cybercar Ihnen dafür irgendeine Rückmeldung geben?

**Frage 33** Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?

**Frage 34** Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Informationen am besten mitteilen?

Prompten:

- Wie könnte eine Rückmeldung aussehen/ablaufen?
- Wie könnte so etwas aussehen? Welche Beschaffenheit sollten diese Informationen haben?

**Frage 35** Was würden Sie sich wünschen? Wie würde die Idealsituation verlaufen?

In den nächsten Beispielen werden Sie die Situation aus der Perspektive eines Radfahrers beurteilen.

**Situation 8: Radfahrer – Radweg kreuzt Straße**

Sie fahren auf einem abgegrenzten Radweg, der an einer großen, zweispurigen Straße verläuft. Sie möchten eine der Seitenstraßen überqueren, als sich aus dieser Seitenstraße ein Cybercar nähert, das auf die Hauptstraße einfahren möchte.

→ Bild „Radweg kreuzt Straße“

**Frage 36** Wie würden Sie sich verhalten?

Prompten:

- Welche Befürchtungen hätten Sie vielleicht beim Überqueren der Straße?

**Frage 37** Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhalten wird, wenn Sie die Straße überqueren (würden)?

**Frage 38** Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?

**Frage 39** Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Informationen am besten mitteilen?

Prompten:

- Was wäre eine angenehme Methode dafür?
- Wie könnte eine Rückmeldung aussehen/ablaufen?
- Wie könnte so etwas aussehen? Welche Beschaffenheit sollten diese Informationen haben?

**Frage 40** Was würden Sie sich wünschen? Wie würde die Idealsituation verlaufen?

**Situation 9: Radfahrer – Rechts vor links**

Sie fahren auf einer Straße mit Rechts-vor-Links-Regelung. Die Einsicht in die anderen Straßen wird für beide Parteien durch parkende Autos erschwert. An der nächsten Kreuzung bemerken Sie ein von rechts kommendes Cybercar.

→ Bild „Rechts vor links“

**Frage 41** Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhalten wird?

Prompten:

- Glauben Sie, dass das Cybercar weiß, dass es Vorfahrt hat?

**Frage 42** Wie würden Sie sich verhalten?

Prompten:

- Wie würden Sie sich bei einem Zögern des Cybercars verhalten?
- Würden Sie es ausnutzen und dem Cybercar die Vorfahrt nehmen?

**Frage 43** Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?

**Frage 44** Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Informationen am besten mitteilen?

Prompten:

- Was wäre eine angenehme Methode dafür?
- Wie könnte eine Rückmeldung aussehen/ablaufen?
- Wie könnten diese Informationen dargestellt werden?

**Frage 45** Wie würde die Situation im Idealfall verlaufen? Welches Verhalten des Cybercars würden Sie sich wünschen?

Abschließend möchte ich Ihnen eine Situation zeigen, in der Sie aus der Sicht eines Autofahrers agieren.

**Situation 10: Autofahrer – Vollbremsung?**

Sie fahren auf einer wenig befahrenen Straße. Im Rückspiegel bemerken Sie, dass es sich bei dem Ihnen folgenden Fahrzeug um ein Cybercar handelt. Plötzlich rollt vor Ihnen ein Ball auf die Straße.

→ Bild „Vollbremsung?“

**Frage 46** Wie würden Sie sich verhalten?

Prompten:

- Welche Befürchtungen hätten Sie vielleicht?

**Frage 47** Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhalten wird, wenn Sie eine Vollbremsung machen?

**Frage 48** Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?

**Frage 49** Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Informationen am besten mitteilen?

Prompten:

- Was wäre eine angenehme Methode dafür?
- Wie könnte eine Rückmeldung aussehen/ablaufen?
- Wie könnte so etwas aussehen? Welche Beschaffenheit sollten diese Informationen haben?

**Frage 50** Was würden Sie sich wünschen? Wie würde die Idealsituation verlaufen?

## Abschnitt III: Design

---

In diesem letzten Abschnitt möchte ich Ihnen noch ein paar Fragen zum Informationsaustausch mit Cybercars stellen.

Sie haben ja bereits erwähnt, dass...

→ *Auf Gesagtes Bezug nehmen*

In Bezug auf die Interaktion mit Cybercars müssen wir etwas vorausdenken. Es gibt ja schließlich keinen Fahrer mehr, mit dem man sich in nicht eindeutigen Situationen verständigen könnte. In diesem Abschnitt möchten wir ein wenig „Brainstormen“, d.h. dass Sie Ihren Ideen einfach freien Lauf lassen können. Sie müssen sich auch keine Gedanken darüber machen, ob diese Ideen auch wirklich technisch umsetzbar sind.

**Frage 51** Was müssten Sie sonst noch wissen, um Situationen mit Cybercars besser einschätzen zu können?

Prompten:

- Informationen durch Fahrzeug? Informationen durch Umwelt?
- Verhaltenskodex für Cybercars? Sollte es eher Rücksicht nehmen, obwohl es nicht müsste?
- Hätten Sie irgendwelche grundlegenden Strategien für den Umgang mit Cybercars?

**Frage 52** Sie haben ja schon einige Informationen genannt, die Ihnen das Fahrzeug mitteilen könnte, fallen Ihnen noch weitere Informationen ein, die Ihnen ein Cybercar mitteilen sollte?

Prompten:

- Geschwindigkeit
- Fahrtrichtung
- Anfahrs-, Bremsabsicht
- Absicht → Abbiegen etc.
- Erkennen von Fußgängern

**Frage 53** Welche der Informationen wäre für Sie warum am wichtigsten?

**Frage 54** Wie sollten diese Informationen dargestellt werden? (Auf unterschiedliche Informationen einzeln eingehen)

Prompten:

- Modalität: Akustisch, optisch?
- Dauer: Einmalig, kontinuierlich

**Frage 55** Wo würden Sie diese Informationen erwarten? Könnten Sie das vielleicht einzeichnen?

→ *„Informationen Einzeichnen“ austeilen*



## **Verabschiedung & Bezahlung**

---

Damit wären wir nun auch am Ende des Interviews angelangt. Vielen Dank für Ihre Teilnahme.

- *Bezahlung*
- *„Beleg für Probandenentschädigung“ unterschreiben lassen*
- *„Probandenbewertungsbogen“ ausfüllen und Verabschiedung*

G Informationen einzeichnen



1. Fahrmodus: Anfahrts-, Bremsabsicht

2. Fahrtrichtung

3. Geschwindigkeit

4. Erkennen von Fußgängern

5. \_\_\_\_\_

6. \_\_\_\_\_

7. \_\_\_\_\_

8. \_\_\_\_\_

H Kodierleitfaden

S. CD.

I Ergebnisse gesamt

Haben Sie schon einmal etwas von Cybercars gehört?	Ja*	4
	Nein*	10
Wer könnte solche Cybercars nutzen?	Alte Personen	10
	Jeder	5
	Personen ohne Auto	5
	Personen ohne Führerschein	4
	Personen mit Beeinträchtigung	2
	Kinder	2
	Geschäftsleute	2
	Pendler	2
Würden Sie solche Fahrzeuge nutzen?	Ja*	11
	Nein*	2
	Unsicher*	1
Was würde Sie dazu bewegen Cybercars zu nutzen?	Flexibilität	5
	Schnelle Verfügbarkeit	3
	Niedrige Kosten	3
	Stauraum	3
	Ausreichende Reichweite	3
	Witterungsbeständigkeit	1
	Komfort	1
	Sicherheit	1
	Sauberkeit	1
	Cybercar muss als solches erkennbar sein	1
	Einfache Bedienung	1
Was würde Sie davon abhalten Cybercars zu nutzen?	Lange Wartezeiten	7
	Hohe Kosten	6
	Schwierige Bedienung	2
	Lange Fahrtzeiten	2
	Fehlende Eingriffsmöglichkeit	2
	Verdrehte Cybercars	2
	Sicherheitsmängel	1
	Defensiver Fahrstil	1
Was wären Ihre größten Bedenken beim Einsatz von Cybercars?	Keine Bedenken	4
	Ausnutzen des Systems	4
	Mangelndes Vertrauen in die Technik	4
	Sicherheitsmängel	4
	Cybercar behindert den übrigen Verkehr	2
	Keine Eingriffsmöglichkeit	2
	Gefährdung der Taxifahrer	2
	Belastung der Straßen wird größer	1
	Verantwortung bei Unfällen	1
Wann wären Cybercars besonders nützlich?	Shuttle, Zubringer	8
	Nachts, wenn man aus war	4
	Beim Einkaufen	4
	Wenn kein ÖPNV fährt	3
	Bei kurzen Wegen	2
	Taxiersatz	2
	Schlechte Parkplatzsituation	2
	Rush Hour	1
	Bei schlechtem Wetter	1

Wo wäre der Einsatz solcher Fahrzeuge am sinnvollsten?	Stadt	13
	Flughafen	8
	Große Betriebe	4
	Land	2
	Unicampus	2
	Veranstaltungen	2
	Im Urlaub	2
	Shopping Center	1
	Verkehrsberuhigte Zonen	1
	Bahnhof	1
	Freizeitparks	1
Inwiefern würde es Sie beeinflussen, wenn Ihre Familie, Ihr Partner, Ihre Freunde oder Ihre Kollegen Cybercars nutzen würden?	Cybercar ausprobieren	6
	Interesse	3
	Gut finden	3
	Cybercar nutzen	2
	Kein Einfluss, da Akzeptanz schon hoch	2
Situation 1: Fußgänger – Spurart überqueren Welche der beiden Spuren würden Sie eher überqueren	Die unterbrochene Spur*	14
	Die durchgezogene Spur*	0
	Grund: Verkehrserziehung	9
	Grund: Offener, durchlässiger	5
	Keine zusätzlichen Überwege	14
Situation 2: Fußgänger – Unaufmerksam Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhalten wird?	Langsamer werden, notfalls anhalten*	5
	Anhalten*	9
	Warnsignal	3
Situation 2: Fußgänger – Unaufmerksam Wie würden Sie sich (daraufhin) verhalten?	Weitergehen, Spur verlassen*	12
	Erschrecken, zur Seite springen*	2
Situation 2: Fußgänger – Unaufmerksam Wie sollte die Situation im Idealfall verlaufen?	Warnsignal*	12
	Cybercar soll auf Spur bleiben*	1
	Geschwindigkeit schon vorher verringern*	1
Situation 2: Fußgänger – Unaufmerksam Welche Art einer Warnung könnten Sie sich in dieser Situation vorstellen? Wie sollte diese dargeboten werden?	Akustische Warnung	6
	Klingeln	4
	Leichte Hupe	2
	Hupe	1
	Sprachausgabe	1
	Piepen	1
	Unterbrochener Ton	1
	Blinken, dann Ton	1
	Ampelsignal Sehbehinderte (ähnlich)	1
	Piepen rückwärts fahrender LKW (ähnlich)	1
Situation 2: Fußgänger – Unaufmerksam Was dürfte auf keinen Fall passieren?	Hupe	9
	Belästigender Ton	4
	Optisches Signal	2
	Piepen	2
	Sirene	2
	Horn	1
	Sprachausgabe	1
	Melodie	1
Situation 3: Fußgänger – Stehendes Cybercar passieren Was glauben Sie, wie sich das Cybercar verhalten wird, wenn sie die Spur kurz nach den anderen Fußgängern überqueren?	Bleibt stehen*	11
	Gewährt mir Vorrang, Rücksichtnahme	4
	Fährt an, hält wieder*	2
	Gibt Signal, wenn es losfahren will*	1

Situation 3: Fußgänger – Stehendes Cybercar passieren Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?	Absicht loszufahren	11
	Richtung	4
	Fahrmodus (Losfahren, abbremsen)	2
	Betriebsmodus	1
Situation 3: Fußgänger – Stehendes Cybercar passieren Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Information am besten mitteilen?	Ampel (rot=stehe, grün=fahre)	3
	Licht geht an, blinkt	2
	Lichtsignal	2
	Lichtsignal und Ton	2
	Gelbes Licht	2
	1,2,3	1
	Schriftzug	1
	Schriftzug in Farbe (grün=stehe, rot=fahre)	1
	Ton (Klingeln)	1
	Ton (LKW rückwärts)	1
	Symbol und Ton	1
	Scheinwerfer gehen an (in Betrieb)	1
	Richtung Pfeil	2
	Richtung Design	2
Situation 4: Radfahrer – In Cybercarspur einordnen Wie müssen sich die Cybercars verhalten, damit Sie sich sicher fühlen?	Cybercars sollten überholen dürfen*	12
	Der Abstand beim Überholen muss ausreichend sein	8
	Cybercars müssen ausreichenden Abstand halten	5
	Cybercar sollte Überholvorgang ankündigen	4
	Fahrradfahrer fährt normal ein, darf nicht erwarten, dass Cybercar ihm Vorrang gewährt	3
	Cybercars sollten nicht überholen dürfen*	2
	Cybercar sollte dem Fahrradfahrer beim Einfahren Vorrang gewähren	2
	Cybercars dürfen Radfahrer nicht dichtes Auffahren nötigen	2
	Cybercars sollten Geschwindigkeit anpassen	2
	Unangenehme Situation, man fühlt sich als Radfahrer nicht sicher	1
Situation 4: Radfahrer – In Cybercarspur einordnen Welche Abstände sollten die Cybercars einhalten?	Normaler Sicherheitsabstand	12
	Größere Sicherheitsabstände	1
	Abstände müssen erst erprobt werden	1
Situation 5: Fußgänger – Straße an einer Ampel überqueren Wie würden Sie sich verhalten?	Rübergehen*	14
	Cybercar beobachten (hält es an?)	4
	Andere Autos beobachtet man auch	1
Situation 5: Fußgänger – Straße an einer Ampel überqueren Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhalten wird?	Cybercar hält an*	14
Situation 5: Fußgänger – Straße an einer Ampel überqueren Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?	Keine Informationen gewünscht	9
	Cybercar hält an	5
Situation 5: Fußgänger – Straße an einer Ampel überqueren Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Information am besten mitteilen?	Bremslicht vorne	2
	Display mit Symbol	2
	Ampelähnliche Anlage: Grün = Fahre, Rot = Stehe	1
Situation 6: Fußgänger – Straße an einem Zebrastreifen überqueren Wie würden Sie sich verhalten?	Rübergehen*	7
	Warten bis Cybercar anhält, dann rübergehen*	4
	Rübergehen, wenn Cybercar weit genug entfernt ist*	1
	Warten, bis Cybercar vorbei ist*	2
	Cybercar beobachten	7



Situation 6: Fußgänger – Straße an einem Zebrastreifen überqueren Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhält?	Es hält an*	13
	Cybercar sollte nicht abrupt abbremsen, sondern schon vorher langsamer werden	2
	Unsicher*	1
Situation 6: Fußgänger – Straße an einem Zebrastreifen überqueren Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?	Fußgänger erkannt	7
	Keine Informationen gewünscht	4
	Cybercar hält an	2
	Fußgänger kann/kann nicht überqueren	1
Situation 6: Fußgänger – Straße an einem Zebrastreifen überqueren Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Informationen am besten mitteilen?	Schriftzug „Fußgänger erkannt“	3
	Licht, das Farbe ändert	2
	Symbol von wahrgenommenen Objekt (Fußgänger)	1
	Display „Stop“	1
	Optisch	1
	Rotes Licht	1
	Grünes Licht	1
Situation 7: Fußgänger – Straße ohne Überweg überqueren Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhalten wird, wenn Sie die Straße überqueren?	Cybercar wird langsamer bzw. hält an, wenn nötig*	14
	Cybercar sollte eine Warnung geben	2
Situation 7: Fußgänger – Straße ohne Überweg überqueren Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?	Keine Informationen gewünscht	6
	Warnung/Ermahnung	4
	Fußgänger erkannt	2
	Cybercar lässt Fußgänger vor	1
	Cybercar bremst	1
Situation 7: Fußgänger – Straße ohne Überweg überqueren Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Informationen am besten vermitteln?	Hupe	3
	Symbol vom wahrgenommenem Objekt	2
	Warnton	1
	Lichthupe	1
	Rotes Licht	1
Situation 8: Radfahrer – Radweg kreuzt Straße Wie würden Sie sich verhalten?	Weiterfahren*	10
	Gucken ob, man vom Cybercar registriert wurde/es langsamer wird	7
	Geschwindigkeit verringern bzw. bremsen*	4
Situation 8: Radfahrer – Radweg kreuzt Straße Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhalten wird, wenn Sie die Straße überqueren?	Cybercar hält an*	14
Situation 8: Radfahrer – Radweg kreuzt Straße Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?	Radfahrer erkannt	8
	Keine Informationen gewünscht	4
	Cybercar hält an	2
Situation 8: Radfahrer – Radweg kreuzt Straße Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Informationen am besten mitteilen?	Symbol des wahrgenommenen Objekts (Radfahrer)	2
	Optisch	2
	Daumen	1
	Markierung einer Haltelinie	1
	Sprachausgabe	1
	Bremslicht vorne	1
	Grünes Licht	1
	Rotes Licht	1

Situation 9: Radfahrer – Rechts vor links Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhalten wird?	Cybercar fährt weiter*	14
	Cybercar verringert Geschwindigkeit	4
	Cybercar kann rechtzeitig abbremsen, sollte ihm die Vorfahrt genommen wird	3
	Cybercar sollte offensiver fahren, damit ihm die Vorfahrt nicht genommen wird	1
Situation 9: Radfahrer – Rechts vor links Wie würden Sie sich verhalten?	Anhalten*	14
Situation 9: Radfahrer – Rechts vor links Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?	Keine Informationen gewünscht	10
	Radfahrer erkannt	2
	Cybercar fährt weiter	2
Situation 9: Radfahrer – Rechts vor links Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Informationen am besten mitteilen?	Symbol des wahrgenommenen Objekts (Radfahrer)	1
	Ampel im Display, rotes Licht	1
	Grünes Licht	1
Situation 10: Autofahrer – Vollbremsung? Wie würden Sie sich verhalten?	Bremsen*	13
	Situation beobachten, abwarten	4
	Rückwärtigen Verkehr beobachten	2
	Ausweichen*	1
Situation 10: Autofahrer – Vollbremsung? Was erwarten Sie, wie sich das Cybercar verhalten wird, wenn Sie eine Vollbremsung machen?	Cybercar bremst*	14
	Cybercar hat die Situation schon früher erkannt	1
Situation 10: Autofahrer – Vollbremsung? Welche Informationen über das Verhalten des Cybercars würden Ihnen helfen die Situation besser einzuschätzen?	Keine Informationen gewünscht	11
	Achtung Gefahrensituation	2
	Warnung des nachfolgenden Verkehrs	1
	Unfall → Austausch von Versicherungsdaten	1
Situation 10: Autofahrer – Vollbremsung? Wie könnte das Cybercar Ihnen diese Informationen am besten mitteilen?	Car2Car-Kommunikation	2
	Warnblinker	1
	Versicherungsinfo im Display	1
Was müssten Sie sonst noch wissen, um Situationen mit Cybercars besser einzuschätzen?	Kein zusätzliches Wissen	8
	Aufklärung über Cybercars, Sensibilisierung	5
	Art des Cybercars (falls es unterschiedliche Sorten für unterschiedliche Zwecke gibt)	1
	Reaktion auf Regelverstöße	1
	Cybercars sollten als solche erkennbar sein	1
	Einheitliche Systeme (falls es mehrere Cybercar-Anbieter gibt)	1
Sie haben ja schon einige Informationen genannt, die Ihnen das Fahrzeug mitteilen könnte, fallen Ihnen noch weitere Informationen ein, die Ihnen ein Cybercar mitteilen sollte?	Keine weiteren Informationen gewünscht	6
	Verfügbarkeit des Cybercars	4
	Geschwindigkeit	3
	Zielort	1
	Uhrzeit	1
	Verkehrsdichte	1
	Reichweite	1
	Kontrolle über Situation	1
Welche der Informationen wäre für Sie am wichtigsten?	Fußgängererkennung	6
	Handlungsabsicht	2
	Warnung vor Gefahrensituationen	1

\* = zusammenhängende Antworten

## J Weiterführende Berechnungen der Ergebnisse

## Weiterführende Berechnungen der Ergebnisse

### Prozenttabelle

Häufigkeit	Häufigkeit in Prozent
1 von 14	7.14% $\approx$ 7.1%
2 von 14	14.29% $\approx$ 14.3%
3 von 14	21.43% $\approx$ 21.4%
4 von 14	28.57% $\approx$ 28.6%
5 von 14	35.71% $\approx$ 35.7%
6 von 14	42.86% $\approx$ 42.9%
7 von 14	50%
8 von 14	57.14% $\approx$ 57.1%
9 von 14	64.29% $\approx$ 64.3%
10 von 14	71.43% $\approx$ 71.4%
11 von 14	78.57% $\approx$ 78.6%
12 von 14	85.71% $\approx$ 85.7%
13 von 14	92.86% $\approx$ 92.9%
14 von 14	100%

### Weitere Berechnungen

Berechnung des verkehrsgerechten, sicheren Verhaltens der Situationen 5-9

$$(1 + 0,9286 + 1 + 1 + 1)/5 = 0,9857 \rightarrow 98.57\% \approx 98.6\%$$

Gezeigtes Verhalten *Beobachten* insgesamt in Situation 5,6,8

$$(0,2857 + 0,5 + 0,5)/3 = 0,4286 \rightarrow 42.86\% \approx 42.9\%$$

Berechnung *Keine Informationen gewünscht* insgesamt in Situation 5-9

$$(0,6429 + 0,2857 + 0,4286 + 0,2857 + 0,7143)/5 = 0,4714 \rightarrow 47.14\% \approx 47.1\%$$

Da die Probanden Mehrfachantworten zu gewünschten Informationen gaben, berechnet sich *Information gewünscht* insgesamt in Situation 5-9 folgendermaßen

$$\text{Informationen gewünscht} = 1 - \text{Keine Informationen gewünscht} = 1 - 0,4714 = 0,5286 \rightarrow 52.86\% \approx 52.9\%$$

*Informationen gewünscht* spezifisch für Situation 5-9

$$\text{Situation 5: } 1 - 0,6429 = 0,3571 \rightarrow 35.71\% \approx 35.7\%$$

$$\text{Situation 6: } 1 - 0,2857 = 0,7143 \rightarrow 71.43\% \approx 71.4\%$$

$$\text{Situation 7: } 1 - 0,4286 = 0,5714 \rightarrow 57.14\% \approx 57.1\%$$

$$\text{Situation 8: } 1 - 0,2857 = 0,7143 \rightarrow 71.43\% \approx 71.4\%$$

$$\text{Situation 9: } 1 - 0,7143 = 0,2857 \rightarrow 28.57\% \approx 28.6\%$$

## K Antworten Interview

S. CD.

L Daten Stichprobe

S. CD.

M Erklärung über die selbstständige Verfassung und Veröffentlichungsrecht

## Erklärung über die selbstständige Verfassung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen Hilfsmittel als angegeben verwendet habe. Insbesondere versichere ich, dass ich alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken als solche kenntlich gemacht habe.

Braunschweig, 30.06.2014

---

Annika Ilgen



## Veröffentlichungsrecht

Hiermit erkläre ich mich damit einverstanden, dass die Arbeit in der Bibliothek der TU Braunschweig öffentlich zugänglich gemacht wird.

Braunschweig, 30.06.2014

---

Annika Ilgen